

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA INGESOL LATINOAMERICA.**

JORGE HUMBERTO CAICEDO ORTIZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2012

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE
MANTENIMIENTO PARA INGESOL LATINOAMERICA.**

JORGE HUMBERTO CAICEDO ORTIZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Director

CARLOS BORRAS PINILLA

PhD Msc en Ingeniería Mecánica

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2012

DEDICATORIA

*A DIOS que siempre ha estado acompañándome
Y haciendo posible mis metas.*

*A mi madre por su inquebrantable fe,
En la superación de su hijo.*

*A mi padre,
Por su apoyo y confianza en mí.*

*A mis hermanas,
Por ser la motivación de mi vida.*

*A Leidy, mi novia
Por su respaldo, apoyo y compañía en todo momento.*

*A todos mis amigos,
Que me acompañaron y enseñaron tantas cosas
En este camino.*

*A todos mis maestros,
Los cuales aportaron cada parte de lo que hoy en día soy.*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron parte de este proyecto.

A mi familia por estar siempre a mi lado.

A mi gran amigo Abelardo Duarte por sus buenos consejos.

*A mi gran amigo John Jairo Bueno por su apoyo y colaboración
Cuandomás lo necesito.*

*A la empresa INGESOL LATINOAMERICA, al Ingeniero Gabriel Porras y a la
Ingeniera Denyse Quinto por abrirme las puertas en su empresa y prestarme
apoyo y colaboración en la realización de este proyecto.*

*A mi director de proyecto de grado el PhD Carlos Borrás Pinilla por su asesoría y
orientación en el desarrollo de este proyecto.*

A la escuela de Ingeniería Mecánica de la UIS la cual me formó como profesional.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA INGESOL LATINOAMERICA	18
1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	18
1.2 RESEÑA HISTORICA	19
1.3 MISIÓN	20
1.4 VISIÓN	20
1.5 POLITICA DE CALIDAD	20
1.6 POLITICA HSE	21
1.7 CERTIFICACIONES	22
1.8 PRODUCTOS Y SERVICIOS	23
1.8.1 Construcción de equipos sometidos a presión, bajo las normas API, ASME, ASTM Y DIM.	24
1.8.2 Construcción, fabricación y diseño de estructuras metálicas	25
1.8.3 Inspección mediante ensayos no destructivos	26
1.8.4 Alquiler de equipos	27
1.9 EXPERIENCIA EN EL MERCADO	28
1.10 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	31
2. DIAGNOSTICO DEL AREA DE MANTENIMIENTO	33
2.1 DIAGNOSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TECNICA	33
2.2 DIAGNOSTICO DE GESTIÓN DE REPUESTOS	34
2.3 DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	35
2.4 DIAGNOSTICO DE LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO	38

2.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO	39
2.5.1 Mantenimiento correctivo	39
2.5.2 Mantenimiento preventivo	40
2.5.3 Mantenimiento predictivo	40
2.5.4 Mantenimiento proactivo	41
2.5 RESULTADOS	42
3. PROPUESTA MEJORA DEL MANTENIMIENTO INGESOL LATINOAMERICA	44
3.1 INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA Y EQUIPO	44
3.2 ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS	50
3.2.1 Descripción de la metodología aplicada	50
3.2.2 Análisis de criticidad maquinaria y equipos Ingesol Latinoamérica	54
4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN	68
4.1 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN	69
4.1.1 Sistema	70
4.1.2 Enfoque sistémico	70
4.1.3 Sistema de información	70
4.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN APLICADOS AL MANTENIMIENTO	70
4.3 OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN APLICADOS AL MANTENIMIENTO	72
4.4 FUNCIONES QUE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN APLICADO AL MANTENIMIENTO DEBE POSEER.	73
4.5 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	73
4.6 SISTEMA DE INFORMACION CONTROL DE MANTENIMIENTO INGESOL	74
4.7 ENTORNO DE PROGRAMACIÓN	76
5. IMPLEMENTACIÓN Y MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN	78

5.1 ENTRADA AL SISTEMA	78
5.2 MODULO DE MAQUINAS	80
5.2.1 Ficha técnica	81
5.2.2 Preoperacional	82
5.2.3 Mantenimiento	82
5.2.4 Hoja de vida	83
5.2.5 Calibración	85
5.2.6 Control de combustibles	86
5.3 MODULO ORDEN DE TRABAJO	87
5.3.1 Solicitudes de servicio	88
5.3.2 Ordenes de trabajo	88
5.4 MODULO ALARMA	90
5.5 MODULO INDICADORES	91
5.6 MODULO ALMACÉN	94
5.7 MODULO EMPRESA	97
5.7.1 Empleados	97
5.7.2 Proveedores	98
5.8 AYUDA	99
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONE	101
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	105

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Listado de catálogos INGESOL LATINOAMERICA	34
Tabla 2. Vehículos y maquinaria pesada	46
Tabla 3. Equipos con motor diesel	46
Tabla 4. Equipos eléctricos de soldadura	47
Tabla 5. Máquinas de taller	48
Tabla 6. Herramientas eléctricas	48
Tabla 7. Equipos de Inspección	49
Tabla 8. Matriz de criticidad	54
Tabla 9. Factores RE CAT 01	55
Tabla 10. Matriz RE CAT 01	55
Tabla 11. Resultados análisis de criticidad	56
Tabla 12. Rutina de mantenimiento preventivo Retroexcavadora 320DL.	57
Tabla 13. Rutina mantenimiento Camión grúa	61
Tabla 14. Rutina de mantenimiento Motosoldador LINCOL 305	63
Tabla 15. Rutina de mantenimiento Motosoldador Miller 400	65
Tabla 16. Rutina mantenimiento Planta Estadio TEREX	66
Tabla 17. Indicadores	91
Tabla 18. Parámetros indicadores de gestión	92

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Instalaciones INGESOL LATINOAMERICA	19
Figura 2. Portafolio de servicios INGESOL LATINOAMERICA	23
Figura 3. Zona de Calderas Extractora de Aceite de Palma La Gloria.	24
Figura 4. Montaje tuberías	25
Figura 5. Galería fotos proyectos INGESOL LATINOAMERICA	26
Figura 6. Inspección	27
Figura 7. Equipos INGESOL LATINOAMERICA	28
Figura 8. Proyectos de inspección	29
Figura 9. Proyectos de construcción y montaje	30
Figura 10. Proyectos de Alquiler	31
Figura 11. Organigrama	32
Figura 12. Preoperacional motosoldador	36
Figura 13. Hoja de vida de equipo-maquinaria	37
Figura 14. Orden de trabajo	38
Figura 15. Codificación maquinaria y equipos.	45
Figura 16. Criterio de diagnóstico de equipos	45
Figura 17. Proceso análisis de criticidad	50
Figura 18. Niveles de criticidad	51
Figura 19. Modelos de mantenimiento	52
Figura 20. Factores de evaluación	53
Figura 22. Diagrama de módulos mantenimiento	75
Figura 23. Entrada al sistema	79
Figura 24. Módulos del sistema	79
Figura 25. Diagrama de flujo entrada al sistema	80
Figura 26. Listado de maquinas	81

Figura 27. Ficha técnica	82
Figura 28. Formato preoperacional	84
Figura 29. Rutina de mantenimiento	84
Figura 30. Hoja de vida	85
Figura 31. Formato de calibración	85
Figura 32. Control de combustibles	86
Figura 33. Diagrama de flujo Maquinas	87
Figura 34. Solicitud de servicio	88
Figura 35. Orden de trabajo	89
Figura 36. Diagrama de flujo O.T	89
Figura 37. Alarmas	90
Figura 38. Diagrama de flujo alarmas	90
Figura 39. Indicadores	93
Figura 40. Diagrama de flujo indicadores	93
Figura 41. Ficha técnica herramientas eléctricas	95
Figura 42. Inventario Herramientas	95
Figura 43. Control de inventarios	96
Figura 44. Diagrama de flujo almacén	96
Figura 45. Módulo empresa	98
Figura 46. Diagrama de flujo empresa	99
Figura 47. Manual de usuario	100

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Certificaciones	106
Anexo B. Análisis de criticidad de la maquinaria	109
Anexo C. Propuesta inicial sistema de información de mantenimiento.	132

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE MANTENIMIENTO PARA INGESOL LATINOAMERICA*.

AUTOR: Jorge Humberto Caicedo Ortiz **

PALABRAS CLAVES: Sistema de información, Base de dato, Diseño, Gestión del Mantenimiento.

DESCRIPCIÓN:

Con el propósito de fortalecer el departamento de mantenimiento de la empresa INGESOL, se desarrolla una herramienta computacional flexible y de fácil manejo, que permite el almacenamiento, procesamiento y análisis de la información pertinente al mismo, propiciando una correcta planeación, inspección y evaluación de los procesos de mantenimiento.

El proyecto surgió de la necesidad de la empresa por mantener un control total sobre sus máquinas, lo que generó un proceso de investigación y evaluación de su sistema de mantenimiento

Inició con un inventario exhaustivo de las máquinas, seguido de la codificación de las mismas, y un estudio de su nivel de criticidad que permitiera generar un sistema de mantenimiento preventivo eficaz, basado en las necesidades propias de cada equipo, este estudio sirvió de base para el desarrollo en JavaScript y HTML de un software del sistema de información de mantenimiento (SIMI), el sistema depende de un servidor en un 80%, y se desarrolla utilizando el lenguaje PHP, el cual es adecuado para el diseño de páginas web dinámicas, referidas a bases de datos, además de ser libre y permitir lenguaje de programación orientado a objetos, entre otras ventajas particulares aplicables a nuestro caso, y el motor de base de datos MySQL compatible con PHP, los cuales son ejecutados por parte del servidor.

Al ser un sistema basado en la web puede ser accedido por cualquier sistema operativo que pueda ejecutar un navegador de internet.

Posteriormente fue implementado y probado, además se diseñó un manual de usuario sencillo y se capacitó al personal encargado del mantenimiento.

* Trabajo de grado

** Facultad de Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, PhD Msc Carlos Borrás Pinilla

SUMMARY

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN INFORMATION MAINTENANCE SYSTEM FOR INGESOL LATINOAMERICA*.

AUTHOR:

Jorge Humberto Caicedo Ortiz**.

KEY WORDS:

Information system, data base, design, maintenance management, criticality.

DESCRIPTION:

With purpose to strengthen the maintenance department of INGESOL Company, is developed a computational tool flexible and easy to use, which allows the storage, processing and analysis of relevant information to it, encouraging proper planning, inspection and evaluation of maintenance processes.

The project arose from the need of the company to maintain full control on their machines, which generated a process of investigation and evaluation of the maintenance system.

It begins with a comprehensive inventory of machine, followed by encoding them, and a study of their level of criticality that would generate an effective preventive maintenance system based on the needs of each equipment, this study was the base for development in JavaScript and HTML of a information's system maintenance software (SIMI), the system relies on a server by 80%, and is developed using the PHP language, which is suitable for designing dynamic web pages, relating to databases, in addition to being free and allowing programming language object-oriented, among other benefits applicable to our case, the database engine MySQL support PHP, which are executed by the server.

Being a web-based system can be accessed by any operating system that can run a web browser.

Subsequently implemented and tested, besides a user manual was designed and the maintenance personnel was trained in it.

* Paper grade

** Physico-Mechanical Faculty, School of Mechanical Engineering, PhD Msc Carlos Borrás Pinilla

INTRODUCCIÓN

En pleno siglo XXI, la dinámica de los mercados internacionales se torna más agresiva que en el siglo pasado: con clientes más exigentes, competidores extranjeros, precios globales, estándares de calidad más altos, tecnologías antes inimaginables, etc. Las empresas se ven obligadas a estar en la vanguardia internacional en cuanto a tiempos de entrega, costos, productividad y calidad, para afrontar estos retos las empresas vuelven su atención sobre la gestión del mantenimiento, un factor decisivo para el éxito o fracaso de cualquier compañía.

INGESOL LATINOAMERICA Ltda., es una empresa perteneciente al sector metalmeccánico que presta servicios especialmente al sector energético y minero del país, servicios como montaje y construcción de estructuras metálicas, tanques atmosféricos, recipientes a presión, diseño y montaje de facilidades, calificación de soldadores y diferentes técnicas de inspección. INGESOL LATINOAMERICA cuenta con sistemas de gestión de calidad ISO 9001, de gestión medioambiental ISO 14001 y además cuenta con un sistema de seguridad y salud ocupacional que cumple con la normas OHSAS 18001.

Un sistema de información para el mantenimiento permite obtener una mayor productividad, calidad y seguridad en los servicios de una empresa, así como aumenta el ciclo de vida de los equipos garantizando la disponibilidad, vida útil y reduce los costos de mantenimiento, son por estas razones por las cuales INGESOL LATINOAMERICA se motiva a realizar su propio sistema de información para el mantenimiento que se ajuste a sus requisitos particulares y le permita alcanzar sus metas y objetivos.

Este proyecto de grado titulado, **Diseño e Implementación De Un Sistema De Información De Mantenimiento Para Ingesol Latinoamérica.**,pretende diseñar una herramienta de fácil manejo, que permita el manejo de gran cantidad de información de una manera organizada, documentada y actualizada para cumplir con las políticas de mantenimiento, controlar y garantizar el buen estado de los equipos, aumentar disponibilidad de los equipos, cumplir tiempos de entrega y mejorar la calidad de los servicios prestados.

En el proceso de creación del sistema de información para el mantenimiento de INGESOL LATINOAMERICA se desarrollaron las siguientes actividades: primero se realizó una evaluación de las políticas de mantenimientos antes de este proyecto, en base a este estudio se pudo observar la falta de mantenimiento preventivo y la falencia de una base de datos para los equipos, repuestos e indicadores del mantenimiento, seguido a esto se realizó un estudio de criticidad de los equipos para identificar el tipo de mantenimiento más adecuado y evitar tiempos muertos por fallas imprevistas, por último se desarrolló e implementó un sistema para la gestión de las actividades del mantenimiento que permite la planificación, ejecución y control de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo, la gestión de repuestos e insumos, la obtención de reportes estadísticos, la elaboración de informes con los indicadores de gestión entre otros.

El software implementado se adaptó a los requisitos de la empresa con aras a posibles mejoras en el futuro, construido con una interfaz amigable, orientado para su fácil manejo, atendiendo las necesidades actuales de INGESOL LATINOAMERICA, cabe resaltar que se puede acceder al software a través de cualquier ordenador conectado a internet, si se tienen las respectivas contraseñas de administrador, esto último le permite mayor versatilidad al sistema de gestión al no estar atado a una plataforma en particular o un lugar específico.

1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA INGESOL LATINOAMERICA

1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

NOMBRE: INGESOL LATINOAMERICA

ACTIVIDAD ECONOMICA: Metalmecánica

DIRECCIÓN: Carrera 2 No. 1-24 Piso 2 Zona Industrial Chimita
Girón-Santander (Colombia)

TELÉFONO: (7) 6822920

FAX: (7) 6761351

NIT: 13543806-7

PAGINA WEB: www.ingesol.com.co

Figura 1. Instalaciones INGESOL LATINOAMERICA



Fuente: Registro fotográfico INGESOL LATINOAMERICA

1.2 RESEÑA HISTORICA

La concepción de la empresa nace en el año 2003 y desde sus inicios la empresa comienza a satisfacer necesidades relacionadas con la construcción de estructuras, fabricación de tanques y construcción mecánica de líneas de flujo.

Actividad que evolucionó, posicionándose como una empresa competitiva y con gran capacidad de trabajo, incursionando en el diseño y construcción de estructuras metálicas para las empresas más importantes del sector energético y petrolero del país.

1.3 MISIÓN

INGESOL LATINOAMERICA es una empresa metalmecánica comprometida y orientada a prestar servicios de diseño, interventoría, fabricación, montaje e inspección de estructuras metálicas como tanques, vasijas, tuberías y edificaciones utilizadas en el industria petrolera, civil y energética del país, buscando una optima calidad y la plena satisfacción de las necesidades y expectativas de sus clientes, de una manera competitiva, eficiente y rentable, contribuyendo, además, al crecimiento y desarrollo del sector en el cual presta sus servicios, velando por el bienestar de sus empleados y la protección del medio ambiente.

1.4 VISIÓN

Posicionarnos como la empresa colombiana líder del sector metalmecánico y la más competente del mercado nacional y latinoamericano, con una imagen reconocida por la calidad de sus servicios, la grandeza y solidez de sus obras, el desarrollo o mejoramiento de nuevas tecnologías metal-mecánicas, la conservación del entorno y cuidado del capital humano; a donde llegaremos impulsados por un espíritu de perseverancia, honestidad y trabajo fuerte, que represente fielmente el talento colombiano.

1.5 POLITICA DE CALIDAD

La empresa INGESOL LATINOAMERICA, realiza trabajos relacionados con diseño, fabricación, mantenimientos mecánicos, montaje, control de calidad e inspección de estructuras metálicas tales como tanques, tuberías, vasijas, recipientes a presión y edificaciones; conforme a las especificaciones del cliente,

los requisitos legales y técnicos aplicables al servicio; mediante la compra de materiales y servicios que cumplan con especificaciones y personal comprometido; con el fin de encaminar la empresa hacia el mejoramiento continuo a través del cumplimiento de las metas de los procesos del sistema de gestión de calidad.

1.6 POLITICA HSE

INGESOL LATINOAMERICA, se encuentra comprometido a garantizar la conservación del medio ambiente y la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales en las actividades relacionadas con diseño, fabricación, mantenimientos mecánicos, montaje, control de calidad e inspección de estructuras metálicas tales como tanques, tuberías, vasijas, recipientes a presión y edificaciones para la industria petrolera, civil y energética.

INGESOL LATINOAMERICA se compromete a:

- Identificar continuamente los impactos ambientales de los servicios prestados como son diseño, fabricación, mantenimientos mecánicos, montaje, control de calidad e inspección de estructuras metálicas relacionados con el área mecánica y de inspección.
- Fomentar la calidad de vida laboral de los trabajadores a través de la prevención de los accidentes, lesiones personales, enfermedades ocupacionales.
- Minimizar los peligros significativos que se presentan producto de las labores que se llevan a cabo a través de la implementación de medidas de prevención que logren reducir, eliminar o controlar los riesgos biológicos (muerte por

mordedura de serpientes), químicos (enfermedades respiratorias ocasionadas por inhalación de contaminantes químicos) físicos (quemaduras por exposición a radiaciones no ionizantes), mecánicos (accidentes durante manipulación de maquinaria y equipos), locativos (caídas a distinto nivel por trabajos en alturas y espacios confinados) y ergonómicos (lesiones lumbares por posturas inadecuadas y levantamiento de cargas).

- Garantizar la prevención de la contaminación ambiental a través de una gestión adecuada de residuos e implementación de controles operacionales que permita mitigar los impactos ambientales significativos por la generación de residuos de material impregnado con hidrocarburo, derrames de hidrocarburos; asociados a las actividades ejecutadas por la organización con el fin de mejorar continuamente el desempeño de la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.
- Mejorar continuamente el desempeño en seguridad industrial, salud ocupacional y gestión ambiental a través de la implementación de programas de gestión y actividades que garanticen la mejora continua.
- Dar cumplimiento a los requisitos legales vigentes y otros requisitos de otra índole aplicables a nuestra organización en materia de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente a través de la evaluación periódica.

1.7 CERTIFICACIONES

INGESOL LATINOAMÉRICA cuenta con las certificaciones ISO 9001-2008 Sistema de Gestión de Calidad, ISO 14001-2004 Sistema de Gestión Ambiental y OHSAS 18001-2007 Sistema de Gestión en Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, debidamente certificadas por BUREAU VERITAS.

ALCANCES DE LA CERTIFICACIÓN.

Desmantelamiento y construcción de edificaciones en estructura metálica para plantas petroquímicas; servicios de control de corrosión y sistemas de protección catódica, construcción de líneas de tubería para poliductos; limpieza de tanques y vasijas a presión; construcción y mantenimiento de tanques incluye: sandblasting, wetblasting, aplicación de recubrimientos y aplicación de soldaduras; pruebas control calidad de soldaduras incluye: ultrasonido, calificación de soldadores, radiografías, pruebas con partículas magnéticas y líquidos penetrantes. Ver anexo 1

1.8 PRODUCTOS Y SERVICIOS

Figura 2. Portafolio de servicios INGESOL LATINOAMERICA



Fuente: Portafolio I.L

INGESOL LATINOAMERICA es una empresa dedicada a prestar servicios de diseño, construcción, montaje e inspección especialmente al sector energético del país.

1.8.1 Construcción de equipos sometidos a presión, bajo las normas API, ASME, ASTM Y DIM.

- Calderas
- Estaciones compresoras de gas
- Intercambiadores de calor
- Tuberías (vapor, refinería y plantas químicas, transporte de hidrocarburos y derivados, transporte y distribución de gas, sistemas de refrigeración y transporte de agua potable).

Ver figuras 3 y 4.

Figura 3. Zona de Calderas Extractora de Aceite de Palma La Gloria.



Fuente: Autor del proyecto

Figura 4. Montaje tuberías



Fuente: Registro fotográfico INGESOL LATINOAMERICA

1.8.2 Construcción, fabricación y diseño de estructuras metálicas

- Estructuras estáticas
- Silos
- Tolvas
- Edificios
- Naves y cubiertas
- Estructuras de aluminio
- Estructuras de puentes
- Estructura de puentes grúa
- Tanques para almacenamiento de petróleo y derivados, agua, productos químicos, entre otros.

Ver figura 5.

Figura 5. Galería fotos proyectos INGESOL LATINOAMERICA



Fuente: Registro fotográfico INGESOL LATINOAMERICA

1.8.3 Inspección mediante ensayos no destructivos

- Inspección visual
- Tintas penetrantes

- Partículas magnéticas
 - Radiografía industrial
 - Ultrasonido
 - Prueba hidrostática
 - Calificación de procedimientos de soldadura
- Ver figura 6.

Figura 6. Inspección



Fuente: Registro fotográfico INGESOL LATINOAMERICA

1.8.4 Alquiler de equipos

- Camión grúas para izaje de cargas
- Retroexcavadora Caterpillar 320D
- Motosoldadores
- Electrosoldadores

- Compresores
- Plantas eléctricas
- Biseladora

Ver figura 7.

Figura 7. Equipos INGESOL LATINOAMERICA



Fuente: Autor del proyecto

1.9 EXPERIENCIA EN EL MERCADO

Algunos de los clientes de INGESOL LATINOAMERICA:



En las figuras 8 9 y 10 se muestran un listado de algunos proyectos ejecutados por la compañía en sus diferentes campos de acción.

Figura 8. Proyectos de inspección

CLIENTE	CONTRATO	OBJETIVO	Valor a la fecha de finalización o valor facturado	Lugar de ejecución del contrato	Plazo ejecución contrato	
					Fecha Inicio día/mes/año	Fecha Fin día/mes/año
ECOPETROL S.A.	5209072	Servicio de inspección y Diagnostico del Estado Mecánico y de Corrosión de Tubería, tanques, vasijas y Estructuras, Ubicado en los diferentes campos de la superintendencia de Operaciones putumayo de la regional sur de Ecopetrol S.A. durante la vigencia 2010-2012.	3.410.846.328	Orto, San Miguel, La hormiga (Putumayo)	27/08/2010	En Ejecución
ECOPETROL S.A.	4021958	Servicio de inspección metalmeccánica y de corrosión en tuberías de transporte de hidrocarburos de diferentes diámetros en los campos de la superintendencia de operaciones Putumayo de Ecopetrol S.A.	1.031.332.828	Orto, San Miguel, La hormiga (Putumayo)	17/04/2009	30/09/2009
PROVISERVICIOS E.P.S. S.A.	PROV-ING-10-09	Suministro e instalación de treinta y dos (32) sistemas de monitoreo y control de corrosión de fluidos en la industria del petróleo.	272.000.000	Municipios de Santander	04/03/2009	28/04/2009
PROVISERVICIOS E.P.S. S.A.	UW-011-07	Inspección y análisis del estado mecánico y de corrosión de tubería, tanques, vasijas, shellery puente grúa de las Estaciones Compresora de Gas de Vasconia y Miraflores.	785.000.000	Puerto Boyacá y Miraflores (Boyacá)	05/02/2007	04/10/2007

Fuente: Brochure INGESOL LATINOAMERICA

Figura 9. Proyectos de construcción y montaje

CLIENTE	CONTRATO	OBJETIVO	Valor a la fecha de finalizar la ejecución	Lugar de ejecución del contrato	Plazo ejecución contrato	
					Fecha Inicio día/mes/año	Fecha Fin día/mes/año
ECODIESEL COLOMBIA S.A.	DED-ECO-011-08	Montaje mecánico de las líneas ISBL y OSBL, la estructura metálica de los edificios de Biodiesel y Refinería de la Planta de Biodiesel ubicada en el municipio de Barrancabermeja.	7.794.339.607	B/meja	09/10/2008	31/01/2010
ECODIESEL COLOMBIA S.A.	PB-02	Montaje mecánico de las líneas ISBL para predios de Biodiesel y Refinería de la Planta de Biodiesel ubicada en el municipio de Barrancabermeja.	1.280.162.678	B/meja	01/02/2010	25/03/2010
PROVISERVICIO S.A. E.S.P	PROV-11-09	Construcción de Tanques de Almacenamiento para Gas Licuado del Petróleo GLP y Sistemas de Filtración en los municipios de Río de Oro, El Carmen de Atrato, El Playón, Cimitarra.	460.527.640	Municipios de Santander	23/11/2009	12/10/2009
OTACC S.A.	CCO-VAS-003-10	Prefabricación, soldadura, revestimiento, alineación e instalación de Tubería y accesorios entre el Hub y la Estación Vasconia.	710.907.048	Puerto Boyacá (Vasconia)	24/02/2010	31/08/2010
OTACC S.A.	CCO-VAS-004-10	Prefabricación, soldadura, Pintura y Montaje de Tubería y accesorios del Hub y de la Estación compresora Vasconia.	769.212.805	Puerto Boyacá (Vasconia)	22/04/2010	31/08/2010
H.B. ESTRUCTURAS METALICAS S.A.	C008-3037	Montaje de estructura metálica del puente de Quebejos, Puente y Estación la Estancia, pintura y módulos arquitectónicos.	233.394.324	B/manga	15/03/2010	14/11/2010

Fuente: Brochure INGESOL LATINOAMERICA

Figura 10. Proyectos de Alquiler

CLIENTE	CONTRATO	OBJETIVO	Valor a la fecha de finalizar la ejecución	Lugar de ejecución del contrato	Plazo ejecución contrato	
					Fecha Inicio día/mes/año	Fecha Fin día/mes/año
SNC LAVALIN	RS-5508-0005	Servicio de Transporte de Camión Grúa de 12 Toneladas nocturnos con Operador.	132.000.000	Puerto Boyacá (Vasconia)	15/09/2010	21/01/2011
SNC LAVALIN	VASC SER 0012	Alquiler de Biseladora Universal, Sin Torpedo, para uso en el prefabricado de Tubería para la Estación Vasconia.	12.000.000	Puerto Boyacá (Vasconia)	03/09/2010	Hasta que se Requiera
SNC LAVALIN	RS 5603-0004	Alquiler (6) motosoldadores para realizar trabajos en la Carbonera.	108.000.000	Estación Ocensa (Caucasia)	18/09/2010	Hasta que se Requiera
SNC LAVALIN	RS 5603-0009	Alquiler de (4) Equipos Motosoldadores. Alquiler de (4) Electro soldadores.	108.000.000	Estación Ocensa (Caucasia)	22/10/2010	Hasta que se Requiera
ROSEN EUROPE B.V	ROS000DIC 032010	Alquiler Camión Grúa con Brazo Articulado Certificado.	25.500.000	Santa Rosa Landzurry, Tocandpa, Puerto Berrio, Tdú Coveñas		Hasta que se Requiera
CONSORCIO MK	S-266	Alquiler de Camión Grúa de 4.8 Toneladas.	80.000.000	B/meja	14/08/2010	Hasta que se Requiera
OTACC S.A.	ORDEN COMPRA	Transporte con Camión Grúa del Hub a la Estación Vasconia.	191.200.000	Puerto Boyacá (Vasconia)	19/05/2010	21/09/2010
OTACC S.A.		Alquiler Equipos Argón, Motosoldadores, Equipo de Prueba Hidrostática, Hornos de Soldadura, Pulidoras Holiday, Pistola Neumática, Otros.	138.197.000	Puerto Boyacá	07/07/2010	23/09/2010

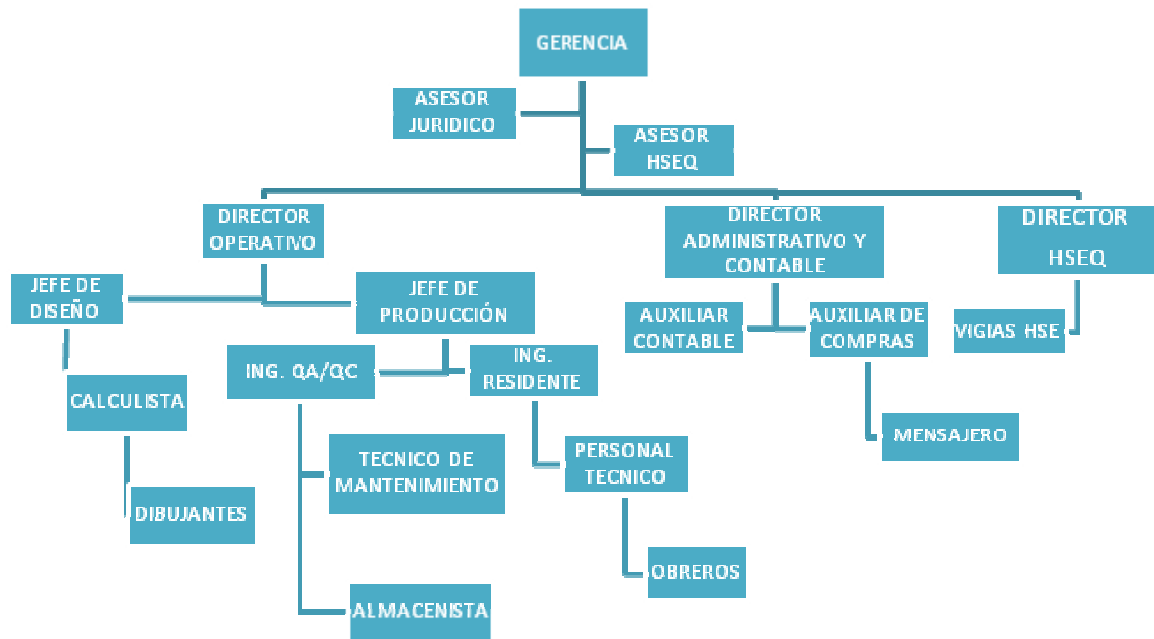
Fuente: Brochure INGESOL LATINOAMERICA

1.10 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

La estructura organizacional de la empresa siempre tiene la misma forma, aunque pueden aumentar el número de personas en todas las ramas debido a la magnitud del proyecto o los proyectos en los cuales se esté trabajando.

En la figura 11 se muestra el organigrama de la empresa.

Figura 11. Organigrama



Fuente: Autor del proyecto

2. DIAGNOSTICO DEL AREA DE MANTENIMIENTO

Este capítulo está encaminado a evaluar y diagnosticar cada parte del mantenimiento de INGESOL LATINOAMERICA, como son inventario y estado de sus maquinas, la documentación técnica, la gestión de repuestos, el sistema de información y la programación de mantenimiento; todo esto nos ayudara a ver las falencias del área y así elaborar una propuesta para su mejora.

2.1 DIAGNOSTICO DE LA DOCUMENTACIÓN TECNICA

Para hacer la programación de mantenimiento es importante contar con cada uno de los manuales que suministran los fabricantes de cada maquinaria y equipo, debido a que estos poseen información de partes, rutinas de mantenimiento, solución de problemas, lubricantes recomendados, optimas condiciones de operación entre otras, INGESOL LATINOAMERICA no tenia organizados los manuales, debido a esto muchos de ellos se perdieron, otros no fueron entregados por los fabricantes, para solucionar esta parte de la documentación técnica se procedió a organizar los catálogos existente, buscar algunos por internet o hacer la respectiva solicitud del manual al fabricante.

La tabla 1 muestra un listado de los catálogos de INGESOL LATINOAMERICA

Tabla 1. Listado de catálogos INGESOL LATINOAMERICA

ITEM	CATALOGO
1	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EXCAVADORA 320 DL
2	MANUAL DE OPERACIÓN MILLER MASTAR 150 STL
3	MANUAL DE INSTRUCCIONES Y MANTENIMIENTO MOTOR KUBOTA DIESEL
4	MANUAL DE INSTRUCCIONES LINCONL 150
5	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MOTOSOLDADOR LINCONL 305
6	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DIFERENCIAL ELECTRICO YALE 2 TN
7	MANUAL DE OPERACIÓN LINCONL 275
8	MANUAL DE INSTRUCCIONES PULIDORA METABO
9	MANUAL DE INSTRUCCIONES PULIDORA DEWALT
10	MANUAL DE OPERACIÓN LINCONL V 155
11	MANUAL OPERACIÓN DE HOT TAP RIDGID
12	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO COMPRESOR INGERSOLL RAND
13	MANUAL OPERACIÓN MOTOSOLDADOR MILLER 400
14	MANUAL DE MANTENIMIENTO PLANTA ELECTRICA CUMMINS
15	MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA ESTADIO TEREX
16	MANUAL DE OPERACIÓN TRONZADORA DEWALT
17	MANUAL DE INSTRUCCIONES ELECTROSOLDADOR LINCONL CV-400

Fuente: Autor del proyecto

2.2 DIAGNOSTICO DE GESTIÓN DE REPUESTOS

La empresa aunque almacena repuestos de varias maquinas, como filtros, aceites, entre otros, no conoce cuantos artículos dispone en almacén, ni cuanto hace falta; es decir no lleva control de inventario de repuestos ni stock mínimo, es por esto

que en ocasiones se necesita un repuesto con urgencia y no está en almacén ocasionando demoras en la producción.

La empresa dispone de un listado de proveedores, pero solo lo maneja una persona, es decir no está organizado en formato digital dificultando el acceso de los demás miembros de la organización al momento de requerir algún insumo.

Muchas personas tienen acceso al depósito de repuestos e insumos, ocasionando desorden, pérdidas y daños generando sobrecostos.

2.3 DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN


La empresa no cuenta con la documentación necesaria para registrar las labores de mantenimiento, la poca documentación que existe no es llevada a cabo esto implica desorden y pérdida de información ocasionando la realización de labores de mantenimiento sólo por criterio del técnico.

La empresa cuenta con un formato llamado preoperacionales los cuales deben ser diligenciados todos los días a las máquinas que están en funcionamiento, este formato sirve para evaluar el estado de la máquina, con el objetivo de hacer más seguro el trabajo, además de informar al encargado de mantenimiento que algo está fallando.

Además cuenta con un formato de hoja de vida en el cual hay un espacio para la programación de mantenimiento preventivo, y otro para el registro de actividades.

Se creó un formato de orden de trabajo para oficializar las actividades de mantenimiento.

Figura 12. Preoperacional motosoldador

 GABRIEL ORLANDO PORRAS AREVALO NIT. 13.543.806-7	FORMATO INSPECCION PREOPERACIONAL MOTOSOLDADORES	CODIGO	HSE-IN-17
		VERSION	2
		FECHA	OCTUBRE 2011
		PAGINA	1

EMPRESA SERIAL MODELO: MARCA:
 INSPECCIONADO POR LOCALIZACION EQUIPO N°
 SEMANA # HORA INICIAL HORA FINAL

ITEM	CANTIDAD	LUN.		MAR.		MIE.		JUE.		VIE.		SAB.		DOM.	
		D	M	NA	D	M	NA	D	M	NA	D	M	NA	D	M
1	Estado Mecanico														
2	* Motor														
3	Soportes de motor														
4	Motor de arranque														
5	Alternador														
6	Sistema electrico														
7	Generador														
8	Soporte de generador														
9	* Niveles de aceite														
10	* Conexiones electricas														
11	* Puntos a tierra														
12	* Indicadores (horas/metro, temperatura, etc.)														
13	Baterias														
14	Tanque Combustible														
15	Exhausto														
16	* Niveles de agua (Radiador)														
17	Llaves														
18	* Dispositivo de Tiro														
19	Compuertas Laterales														
20	* Nivel de Ruido < 95 dBA														
21	* Guardas														
22	Indicadores														
23	* Salida 110 y 220 AC.														
24	* Correas alternador, motor														
25	Vo.Bo. Supervisor														

* PUNTO CRITICO QUE INHIBITA EL EQUIPO PARA OPERAR

Fuera de servicio: SI _____ NO _____ Fecha de Corrección: _____


Nombre del Representante del contratista: _____ NOMBRE/APELLIDOS

OBSERVACIONES:

NOTA IMPORTANTE: La inspección preoperacional debe realizarla ÚNICAMENTE el OPERADOR del Equipo.
 En caso de necesitar ayuda adicional debe informarle a su SUPERVISOR quien tomará la decisión más segura.

Fuente: programa HSEQ INGESOL LATINOAMERICA

Figura 14. Orden de trabajo

 INGESOL GABRIEL ORLANDO PORRAS AREVALO 13.543.806-7	ORDEN DE TRABAJO	ORDEN NUMERO:	
		VERSION	1
		FECHA :	NOV de 2011
EQUIPO:		UBICACIÓN:	

TRABAJO REALIZADO:

MATERIALES UTILIZADOS:

OBSERVACIONES:

PERSONAL ENCARGADO:		
NOMBRE:	TIEMPO UTILIZADO:	FIRMAS:

APROBADO:	
------------------	--

Fuente: Autor del proyecto

2.4 DIAGNOSTICO DE LA PROGRAMACIÓN DEL MANTENIMIENTO

En la compañía no existe un ingeniero encargado solamente de la programación del mantenimiento el mismo ingeniero de producción o de calidad es el encargado de estar pendiente del mantenimiento de los equipos, por tal razón muchas veces se pasa por alto el mantenimiento preventivo de los equipos y sólo se hace mantenimiento correctivo o se hace mantenimiento de acuerdo al criterio de los técnicos.

2.5 TIPOS DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento es una parte esencial e importante de todas las industrias debido a que este busca reducir sobrecostos por paradas inesperadas, accidentes laborales entre otras.

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos:

2.5.1 Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento reactivo”, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso si no se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores.

Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprar los repuestos en el momento deseado

La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

2.5.2 Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo siguiente un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios “a la mano”.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

2.5.3 Mantenimiento predictivo

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno

funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de mediciones de los parámetros más importantes del equipo.

El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en las aplicaciones de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo.

Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado.

Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)
- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

2.5.4 Mantenimiento proactivo

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar consientes de las actividades que se llevan a acabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada

individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente.

El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

2.5 RESULTADOS

De acuerdo al estudio y diagnóstico del mantenimiento en INGESOL LATINOAMERICA se observó que no existe área de mantenimiento bien definida aunque existen diferentes funciones dentro de la empresa, no hay una dependencia como tal que tenga la supervisión de estas tareas, algunas falencias de este hecho se listan a continuación:

- Falta de documentación técnica (manuales, catálogos, etc.)
- Falta de rutinas de mantenimiento preventivo
- Falta de formato para registro y aprobación de tareas
- No hay control de inventarios

Para la solución de estos problemas:

- se requiere un inventario de equipos en el cual se verificara el estado de cada uno y posteriormente se realizara una codificación para llevar el control de estos.
- Se requiere un estudio de criticidad de equipos para dirigir el mantenimiento a los equipos más críticos.
- Elaboración de programas de mantenimiento preventivo.

- Diseño de software para control de información como: ficha técnica, hojas de vida, cronograma de mantenimiento preventivo, indicadores de gestión, costos, proveedores, control de inventarios entre otros.

3. PROPUESTA MEJORA DEL MANTENIMIENTO INGESOL LATINOAMERICA

En este capítulo se desarrollara el inventario de equipos con su respectiva codificación, así como también la evaluación del estado de la maquinaria.

Luego se realizara un análisis de criticidad para direccionar la gestión del mantenimiento.

Por último se definirá el programa de mantenimiento preventivo de los equipos más críticos.

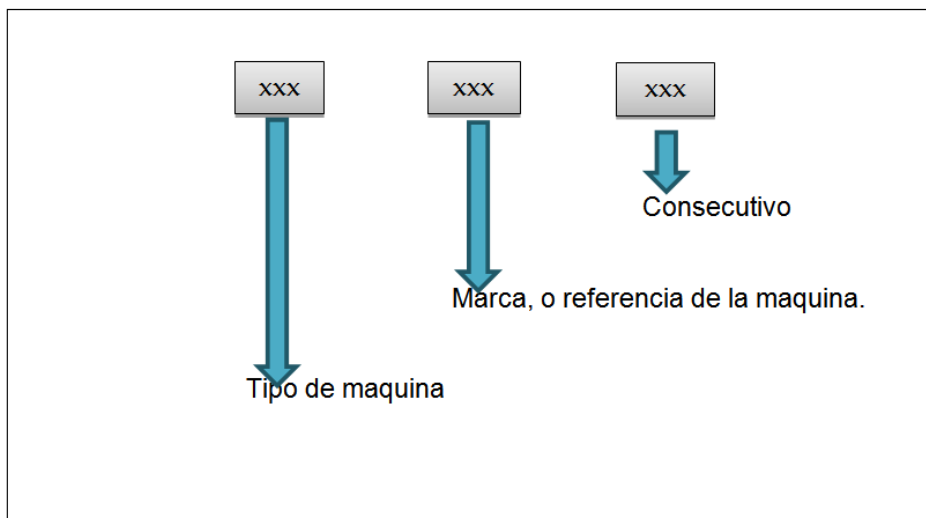
3.1 INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO DE MAQUINARIA Y EQUIPO

Para evaluar la mejora en el mantenimiento de una maquina se requiere ver la condición actual de esta, para así encaminar la gestión del mantenimiento.

Para hacer el inventario y evaluar la maquinaria se requiere hacer una codificación de cada una.

Para esta actividad se llevara a cabo de la forma mostrada en la figura 15.

Figura 15. Codificación maquinaria y equipos.



Fuente: Autor del proyecto

El método para evaluar el estado de un equipo se fundamenta en inspección visual, niveles de ruido y comportamiento del equipo; los criterios de calificación se muestran en la figura 16.

Figura 16. Criterio de diagnóstico de equipos

ESTADO	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
BUENO	2	MANTENIMIENTO ADECUADO
ACEPTABLE	1	AUMENTAR REVISIÓN
MALO	0	MEJORAR EL MANTENIMIENTO

Fuente: Autor del proyecto

A continuación se muestran las tablas de inventario, codificación y estado de la maquinaria.

Tabla 2. Vehículos y maquinaria pesada

DESCRIPCIÓN	CODIFICACIÓN	ESTADO
Camión grúa NPR brazo HIAB capacidad máx. 4,8 TN	VC GR 01	2
Camión grúa NPR brazo HIAB capacidad máx. 4,8 TN	VC GR 02	1
Camión grúa FTR brazo HIAB capacidad máx. 6 TN	VC GR 03	2
Camión grúa KODIAK brazo HIAB capacidad máx. 12 TN	VC GR 04	2
Camión grúa FREIGHTLINER brazo HIAB capacidad máx. 12 TN	VC GR 05	2
Retroexcavadora CATERPILLAR 320DL	RE CAT 01	2
Camioneta KIA 2700 KRX 256	VC TR 01	2
Camioneta KIA 2700 KRX 833	VC TR 02	1
Camioneta pickup HILUX	VC TR 03	2
Buseta CHEVROLET NPR	BU CH 01	1
Motocicleta SUSUKI GSR 600	MT SU 01	2

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 3. Equipos con motor diesel

DESCRIPCIÓN	CODIFICACIÓN	ESTADO
Motosoldador LINCONL 305 D	MS LI 01	2
Motosoldador LINCONL 305 D	MS LI 02	2
Motosoldador LINCONL 305 D	MS LI 03	1
Motosoldador LINCONL 305 D	MS LI 04	2
Motosoldador LINCONL 305 D	MS LI 05	2
Motosoldador LINCONL 305 D	MS LI 06	1
Motosoldador BIG BLUE MILLER 400	MS MI 01	2
Motosoldador BIG BLUE MILLER 400	MS MI 02	2
Motosoldador BIG BLUE MILLER 400	MS MI 03	2
Motosoldador BIG BLUE MILLER 400	MS MI 04	2
Motosoldador BIG BLUE MILLER 400	MS MI 05	1
Motosoldador BIG BLUE MILLER 400	MS MI 06	2
Compresor INGERSOLL-RAND P185	MC IR 01	1
Planta eléctrica CUMMINS C 100 D 64	PE CU 01	2
Planta eléctrica FORTE 6 KW	PE FO 01	2
Planta eléctrica FORTE 1.5 KW	PE FO 02	1
Planta estadio TEREX RL 4000	PE TE 01	2

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 4. Equipos eléctricos de soldadura

DESCRIPCIÓN	CODIFICACIÓN	ESTADO
Electrosoldador MILLER 150 STL	ES MI150 01	1
Electrosoldador MILLER 150 STL	ES MI150 02	2
Electrosoldador MILLER 150 STL	ES MI150 03	2
Electrosoldador MILLER 150 STL	ES MI150 04	0
Electrosoldador MILLER 150 STL	ES MI150 05	2
Electrosoldador MILLER 150 STL	ES MI150 06	2
Electrosoldador MILLER 150 STL	ES MI150 07	1
Electrosoldador MILLER 280 CST	ES MI280 01	2
Electrosoldador MILLER 280 CST	ES MI280 02	2
Electrosoldador LINCONL V155	ES LI155 01	2
Electrosoldador LINCONL V275-S	ES LI275 01	2
Electrosoldador LINCONL V275-S	ES LI275 02	1
Electrosoldador LINCONL V275-S	ES LI275 03	2
Electrosoldador LINCONL V275-S	ES LI275 04	2
Electrosoldador LINCONL V275-S	ES LI275 05	2
Electrosoldador LINCONL RX 330	ES LI330 01	2
Electrosoldador LINCONL RX 330	ES LI330 02	2
Electrosoldador LINCONL RX 330	ES LI330 03	2
Electrosoldador LINCONL RX 330	ES LI330 04	2
Electrosoldador LINCONL RX 330	ES LI330 05	2
Electrosoldador LINCONL RX 330	ES LI330 06	2
Electrosoldador LINCONL RX 330	ES LI330 07	2
Electrosoldador LINCONL RX 330	ES LI330 08	2
Electrosoldador LINCONL CV-400	EL LI400 01	2
Electrosoldador LINCONL CV-400	EL LI400 02	2
Electrosoldador LINCONL RX 450	EL LI450 01	1
Electrosoldador LINCONL R3R 500	EL LI500 01	1
Alimentador LINCONL 25PRO	AL LI 01	2
Alimentador LINCONL LF-72	AL LI 02	2

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 5. Máquinas de taller

DESCRIPCIÓN	CODIFICACIÓN	ESTADO
Torno convencional MASHSTROY	TO MA 01	2
Taladro fresador IMODRIL	TF IM 01	2
Compresor industrial S-ENERGY	CO SE 01	2
Bomba para altos sólidos TITAM 640	BO TI 01	1
Prensa hidráulica 40 TON	PE HI 01	2
Puente grúa YALE 2 TON	PG YA 01	2
Prensa mecánica 10 TON	PE ME 01	2
Cortadora eléctrica	CO EL 01	2
Aire acond.minisplit-LG-S362c	AA LG 01	2
Aire acond.minisplit-LG-S362c	AA LG 02	2

Fuente: Autor del proyecto

La tabla 6 contiene herramientas eléctricas menores los cuales son de bajo costo y de cambio constante o solo se les realiza mantenimiento correctivo, por tal motivo no tienen codificación, solo se tienen en cuenta en el inventario.

Tabla 6. Herramientas eléctricas

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
15	Pulidora 7" DEWALT
21	Pulidora 7" METABO
27	Pulidora 4" DEWALT
29	Pulidora 4" METABO
1	Taladro retro percutorDEWALT
1	Taladro percutorMETABO
1	Taladro DEWALT
1	Taladro RIGGID
1	Taladro BLACK&DECKER
16	Motortool DEWALT
13	Motortool METABO
2	Tronzadora DEWALT
1	Soplador eléctrico
1	Pistola eléctrica DEWALT
1	Remachadora de aire PUMA
1	Guadañadora
1	Hidrolavadora 220w
7	Horno para soldadura

Fuente: Autor del proyecto

La tabla 7 contiene equipos de inspección los cuales no se les hace mantenimiento, por tal motivo no tienen codificación, sólo se tienen en cuenta en el inventario.

Tabla 7. Equipos de Inspección

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	BARTON
1	DETECTOR DE FUGAS RKI MODEL 6X 2003
1	DETECTOR DE TUBERIA GEN EYE
1	DUROMETRO PORTATIL HARTIP 1500 SONDA EXTERNA
4	EQUIPO DAKOTA ULTRASONIDO CON CABLE DE DATOS
1	EQUIPO EPOCH LTC OLYMPUS
1	EQUIPO MFL 2000 MARCA SIVERWING
2	EQUIPO PARTICULAS MAGNETICAS YOKE KIT
1	EQUIPO POTENCIOSTATO
2	LAMPARA DE LUZ NEGRA CON SISTEMA DE REFRIGERACION MODELO 28 100F
1	LAPICERO PARA MEDIR VIBRACIONES
1	NIVEL LASER SPECTRO REF 11300 S. 10672760 CON ACCESORIOS
1	TACOMETRO
1	BOROSCOPIO BR20 CON EXTENSIONES
2	CALIBRADORES DIAMETRICOS
1	CAMARA DE VACIO PLANA
2	DETECTOR DE FUGAS DE GAS EZ40 EXTECH
1	MEDIDOR DE CONTINUIDAD DE RECUBRIMIENTO
1	EQUIPO DE PERFIL DE ANCLAJE

Fuente: Base de datos INGESOL LATINOAMERICA

3.2 ANALISIS DE CRITICIDAD DE EQUIPOS

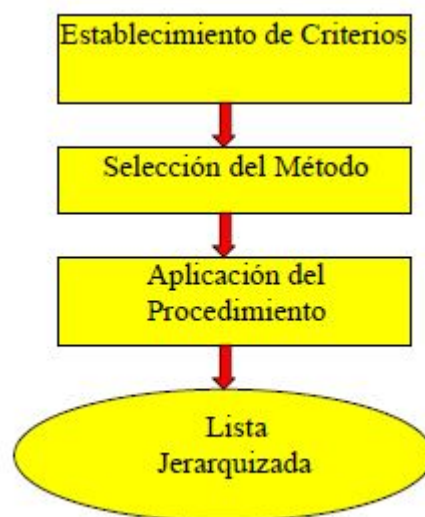
El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante o necesario mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

3.2.1 Descripción de la metodología aplicada

No todos los equipos tienen la misma importancia en una planta industrial. Es un hecho que unos equipos son más importantes que otros. Como los recursos de una empresa para mantener una planta son limitados, debemos destinar la mayor parte de los recursos a los equipos más importantes, dejando una pequeña parte a los equipos que menos puedan influir en los resultados de la empresa.

En la figura 19 se muestra el proceso a seguir en un análisis de criticidad.

Figura 17. Proceso análisis de criticidad

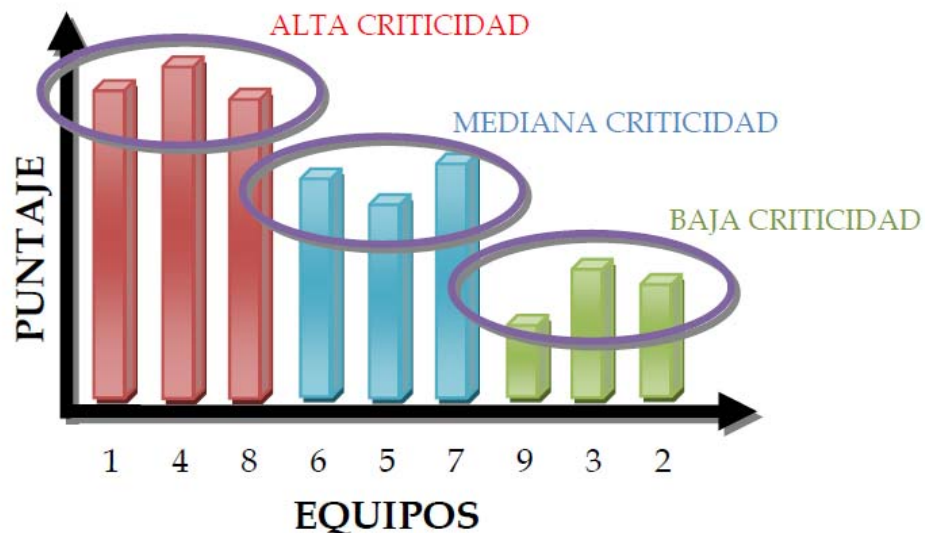


Comencemos distinguiendo los niveles de importancia o de criticidad:

- Equipos críticos:
Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afecta significativamente a los resultados de la empresa.
- Equipos medianamente críticos:
Son aquellos equipos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles.
- Equipos no críticos:
Son aquellos con una incidencia escasa en los resultados. Como mucho, supondrán una pequeña incomodidad, algún pequeño cambio de escasa trascendencia, o pequeño coste adicional.

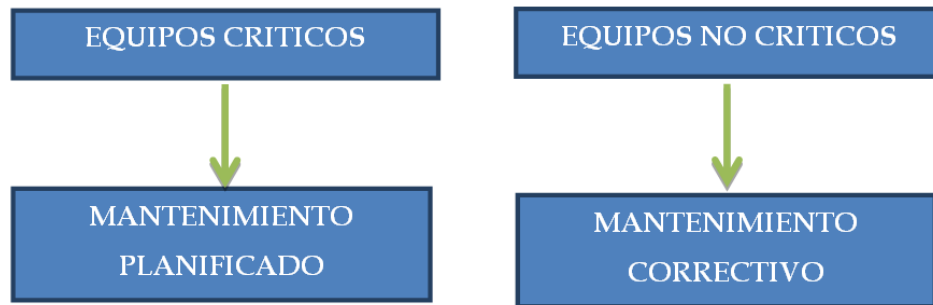
La figura 18 muestra un diagrama de los tres niveles de criticidad.

Figura 18. Niveles de criticidad



Es evidente que dependiendo el nivel de criticidad de cada uno de los equipos se emplea un tipo de mantenimiento diferente.

Figura 19. Modelos de mantenimiento



Ahora veamos cuales son los factores importantes a evaluar en cada equipo:

- Frecuencia de fallas:
Es el número de repeticiones en un periodo de tiempo de una avería o falla del sistema, maquina o pieza.
- Impacto operacional:
Porcentaje en la producción que se perjudica cuando acontece una falla.
- Flexibilidad operacional:
Capacidad que tiene la producción de generar un cambio rápido sin aumentar costos.
- Costos de mantenimiento:
Son los costos que origina la labor de mantenimiento.
- Impacto de seguridad y medio ambiente:
Es un diagnóstico de la maquina con respecto a las repercusiones con el medio ambiente y las personas.

Figura 20. Factores de evaluación

Frecuencia de Fallas:		Costo de Mnto.:	
Pobre mayor a 2 fallas/año	4	Mayor o igual a 20000 \$	2
Promedio 1 - 2 fallas/año	3	Inferior a 20000 \$	1
Buena 0.5 -1 fallas/año	2		
Excelente menos de 0.5 falla/año	1		
Impacto Operacional:		Impacto en Seguridad Ambiente Higiene (SAH):	
Pérdida de todo el despacho	10	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificación a entes externos de la organización	8
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas.	7	Afecta el ambiente /instalaciones	7
Impacta en niveles de inventario o calidad	4	Afecta las instalaciones causando daños severos	5
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1	Provoca daños menores (ambiente - seguridad)	3
		No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o al ambiente	1
Flexibilidad Operacional:			
No existe opción de producción y no hay función de repuesto.	4		
Hay opción de repuesto compartido/almacen	2		
Función de repuesto disponible	1		

Todos estos factores tienen incidencia en la criticidad de los equipos, para determinar la criticidad total de un equipo se usan las siguientes ecuaciones:

$$\text{Criticidad total} = \text{Frecuencia} \times \text{Consecuencia de fallas} \quad (1)$$

$$\text{Frecuencia} = \text{Rango de fallas en un tiempo determinado (fallas/año)} \quad (2)$$




$$\begin{aligned} \text{Consecuencia} = & [\text{Impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}] + \\ & [\text{Costos de mantenimiento}] + \\ & [\text{Impacto de seguridad y medio ambiente}] \end{aligned} \quad (3)$$

Después de aplicar las ecuaciones con los factores analizados se pasa a colocar los resultados en una matriz de riesgo y así determinar la criticidad del equipo. Ver tabla 8.

Tabla 8. Matriz de criticidad

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Para ubicar un equipo en la matriz de criticidad se coloca en el eje vertical la frecuencia hallada de la ecuación 2, y en el eje horizontal la consecuencia hallada de la ecuación 3, luego la matriz arroja el nivel de criticidad del equipo.

- Equipos críticos 
- Equipos medianamente críticos 
- Equipos no críticos 

3.2.2 Análisis de criticidad maquinaria y equipos Ingesol Latinoamérica

Para realizar el análisis de criticidad de equipos de INGESOL LATINOAMERICA se recurrió a la orientación de los técnicos de mantenimiento y operarios de las maquinas.

A continuación se muestra el análisis de la retroexcavadora como ejemplo. Para ver la totalidad de los análisis de criticidad ver anexo 2.

Retroexcavadora CATERPILLAR 320DL (RE CAT 01)

Tabla 9. Factores RE CAT 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	4
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	8

Frecuencia=2

Consecuencia= $[7 \times 4] + 2 + 8 = 38$

Criticidad total= $2 \times 38 = 76$

Tabla 10. Matriz RE CAT 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	RE CAT 01	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = crítico

En la tabla 11 se muestran los resultados de los análisis de criticidad

Tabla 11. Resultados análisis de criticidad

MAQUINA	CRITICIDAD TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD
Retroexcavadora CATERPILLAR 320DL (RE CAT 01)	76	Crítico
Camión grúa KODIAK (VC GR 04)	76	Crítico
Camión grúa FREIGHLINER (VC GR 05)	100	Crítico
Camión grúa NPR (VC GR 01)	46	Media criticidad
Camión grúa FTR (VC GR 03)	46	Media criticidad
Motosoldador LINCONL 305 D (MS LI 01)	63	Media criticidad
Motosoldador MILLER 400 (MS MI 01)	63	Media criticidad
Planta estadio TEREX RL 4000 (PE TE 01)	50	Media criticidad
Planta eléctrica CUMMINS C100 (PE CU 01)	33	Media criticidad
Puente grúa YALE 2 TON (PG YA 01)	35	Media criticidad
Camioneta KIA 2700 KRX 256 (VC TR 01)	13	No crítico
Camioneta HILUX (VC TR 03)	13	No crítico
Motocicleta SUSUKI GSR 600	17	No crítico
Planta eléctrica FORTE (PE FO 01)	38	No crítico
Electrosoldador MILLER 150 (ES MI150 01)	18	No crítico
Electrosoldador MILLER 280 (ES MI280 01)	26	No crítico
Electrosoldador LINCONL 275 (ES LI275 01)	26	No crítico
Alimentador LINCONL 25PRO (AL LI 01)	38	No crítico
Torno MASHSTROY (TO MA 01)	21	No crítico
Taladro fresador IMODRIL (TF IM 01)	19	No crítico
Compresor S-ENERGY (CO SE 01)	38	No crítico
Prensa hidráulica 40TON (PE HI 01)	26	No crítico
Cortadora eléctrica DEWALT (CO EL 01)	34	No crítico
Aire acondicionado LG-S362c (AA LG 01)	30	No crítico

Fuente: Autor del proyecto

Cuando se tiene la lista jerarquizada se procede a desarrollar las rutinas de mantenimiento para los equipos más críticos.

Para elaborar una rutina de mantenimiento adecuada se procedió a consultar los catálogos de mantenimiento y las recomendaciones del personal técnico que realiza esta labor, haciendo un consolidado de esto se llegó a las siguientes labores de mantenimiento para cada uno entere estos se encuentran:

Retroexcavadora 320 DL, ver tabla 12.

Camión Grúa, ver tabla 13.

Motosoldador Linconl, ver tabla 14.

Motosoldador Miller, ver tabla 15.

Planta Estadio Terex, ver tabla 16.

Tabla 12. Rutina de mantenimiento preventivo Retroexcavadora 320DL.

N°	Procedimiento	10 horas	50 horas	250 horas	500 horas	600 horas	1000 horas
1	Lubricar varillaje de la pluma, brazo y del cucharón	x					
2	Comprobar nivel de refrigerante del sistema de enfriamiento	x					
3	Comprobar nivel de aceite del Motor	x					
4	Drenar separador de agua del sistema de combustible	x					
5	Drenar agua y sedimentos del sistema de	x					

N°	Procedimiento	10 horas	50 horas	250 horas	500 horas	600 horas	1000 horas
	combustible						
6	Comprobar nivel de aceite del sistema hidráulico	x					
7	Probar indicadores y medidores	x					
8	Inspeccionar cinturón de seguridad	x					
9	Inspeccionar ajuste de la cadena	x					
10	Comprobar alarma de desplazamiento	x					
11	Comprobar tren de rodaje	x					
12	Lubricar acoplador rápido		x				
13	Comprobar juego de válvulas del motor			x			
14	Cambiar aceite de los mandos finales			x			
15	Reemplazar filtro del aceite del sistema hidráulico			x			
16	Reemplazar filtro del aceite del sistema hidráulico(piloto)			x			
17	Reemplazar filtro del aceite del sistema hidráulico(retorno)			x			
18	Cambiar aceite del mando de la rotación			x			
19	Obtener muestra de			x			

N°	Procedimiento	10 horas	50 horas	250 horas	500 horas	600 horas	1000 horas
	refrigerante del sistema de enfriamiento						
20	Obtener muestra de aceite del motor			x			
21	Obtener muestra de aceite de los mandos finales y comprobar nivel			x			
22	Reemplazar filtro primario del sistema de combustible			x			
23	Reemplazar filtro secundario del sistema de combustible			x			
24	Inspeccionar /ajustar/remplazar correa			x			
25	Limpiar condensador del refrigerante			x			
26	Lubricar cojinetes de la rotación			x			
27	Comprobar nivel de aceite del mando de la rotación			x			
28	Obtener muestra de aceite del sistema hidráulico				x		
29	Obtener muestra de aceite del mando de rotación				x		
30	Limpiar respiradero del cárter				x		

N°	Procedimiento	10 horas	50 horas	250 horas	500 horas	600 horas	1000 horas
31	Cambiar aceite y filtro del motor				x		
32	Reemplazar tercer filtro del sistema de combustible				x		
33	Reemplazar sistema de combustible de cuatro filtros				x		
34	Limpiar tapa y colador del tanque del tanque de combustible				x		
35	Cambiar aceite del sistema hidráulico					x	
36	Limpiar batería						x
37	Apretar sujetador de la batería						x
38	Inspeccionar estructura de protección contra vuelcos						x
39	Limpiar rejilla del tanque hidráulico	x					

N°	Procedimiento	2000 horas	6000 horas	12000 horas	3 ó 5 años
40	Reemplazar receptor-secador (refrigerante)	x			
41	Lubricar engranaje de la rotación	x			
42	Añadir prolongador de refrigerante de larga duración (ELC) para sistemas de enfriamiento		x		
43	Cambiar refrigerante sistema			x	

N°	Procedimiento	2000 horas	6000 horas	12000 horas	3 ó 5 años
	de enfriamiento				
44	Reemplazar cinturón				x

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 13. Rutina mantenimiento Camión grúa

N°	Procedimiento	1 semana	2 semanas	2 meses	3 meses	4 meses	12 meses
1	Inspección piezas mecánicas del brazo	x					
2	Inspección partes eléctricas del brazo	x					
3	Lubricación total del brazo		x				
4	Inspección visual del brazo		x				
5	Limpieza del vehículo		x				
6	Ajuste de suspensión y revisión de torques			x			
7	Inspección visual de elementos de sujeción, soldadura, grietas, fatiga y pintura.				x		
8	Diagnostico computarizado GDS/Hi Scan Pro					x	
9	Cambio de aceite del motor					x	
10	Cambio de filtro de aceite					x	
11	Cambio del refrigerante del motor					x	
12	Cambio del liquido de embrague y freno					x	
13	Limpieza y revisión de					x	

N°	Procedimiento	1 semana	2 semanas	2 meses	3 meses	4 meses	12 meses
	frenos delanteros y traseros						
14	Limpieza y engrase de rodamientos de puntas de ejes					X	
15	Lubricación cerraduras y bisagras de las puertas					X	
16	Alineación balanceo y rotación de llantas					X	
17	Revisión de niveles o fugas					X	
18	Revisión de limpia brisas y plumillas					X	
19	Revisión de batería(niveles, carga y densidad)					X	
20	Limpieza de inyectores					X	
21	Revisión y/o cambio de mangueras					X	
22	Cambio aceite hidráulico brazo						X
23	Recarga de extintor						X

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 14. Rutina de mantenimiento Motosoldador LINCOL 305

N°	Procedimiento	8 horas	75 horas	150 horas	400 horas	500 horas
1	Revisar Nivel de refrigerante	x				
2	Revisar Nivel de combustible	x				
3	Revisar Nivel de aceite	x				
4	Compruebe los tubos de combustible y las abrazaderas		x			
5	Cambie el aceite del motor		x			
6	Limpeza filtro de aire		x			
7	Cambio filtro de combustible secundario		x			
8	Limpeza filtro de combustible primario		x			
9	Revisar tensión en la correa		x			
10	Cambie el cartucho del filtro de aceite		x			
11	Comprobación nivel electrolito de la batería			X		
12	Comprobación los manguitos del radiador y las abrazaderas			X		
13	Comprobación de la tubería aire entrada			X		
14	Cambie o limpie el elemento del filtro de aire				x	
15	Cambie el elemento del filtro de combustible				x	
16	Elimine el sedimento del depósito de combustible					x
17	Limpie la camisa de agua del interior del radiador					x

N°	Procedimiento	800 horas	1500 horas	3000 horas	2 años
18	Compruebe el juego de válvulas	x			
19	Cambie la correa del ventilador	x			
20	Comprobación de la presión de inyección de la boquilla de inyección de combustible		x		
21	Comprobación de la bomba de inyección			x	
22	Comprobación del temporizador de inyección de combustible			x	
23	Cambie la batería				x
24	Cambie los manguitos del radiador y las abrazaderas				x
25	Cambie los tubos de combustible y las abrazaderas				x
26	Cambie el refrigerante del radiador				x
27	Sustitución de la tubería del aire de entrada si es necesario				x

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 15. Rutina de mantenimiento Motosoldador Miller 400

N°	Procedimiento	8 horas	100 horas	250 horas	500 horas	1000 horas	1500 horas	2000 horas
1	Revisar Nivel de refrigerante	x						
2	Revisar Nivel de combustible	x						
3	Revisar Nivel de aceite	x						
4	Limpieza de terminales para soldar		x					
5	Limpieza conexiones de la batería		x					
6	Inspección mangueras purificador de aire		x					
7	Inspección elemento depurador de aire		x					
8	Revisar tensión en la correa			x				
9	Cambio aceite			x				
10	Cambio filtro aceite			x				
11	Limpieza caja de humos			x				
12	Cambio filtro secundario de a.c.p.m			x				
13	Cambio filtro de aire			x				
14	Drene residuo lodoso			x				
15	Lavado tanque a.c.p.m			x				
16	Chequee y replacé cables de soldadura				x			
17	Cambio o limpieza filtro primario de a.c.p.m				x			

N°	Procedimiento	8 horas	100 horas	250 horas	500 horas	1000 horas	1500 horas	2000 horas
18	Revisar nivel de refrigerante del radiador					x		
19	Limpiar dentro de la unidad de refrigerante					x		
20	Chequee espacio de las válvulas					x		
21	Limpie anillos divididos					x		
22	Remplacé carbones					x		
23	Cambio correa						x	
24	Limpie inyectores							x

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 16. Rutina mantenimiento Planta Estadio TEREX

N°	Procedimiento	50 horas	200 horas	400 horas	600 horas	1000 horas	3000 horas
1	Revisar Nivel de refrigerante	x					
2	Revisar Nivel de combustible	x					
3	Revisar Nivel de aceite del motor	x					
4	Compruebe conexiones, tornillos o accesorios sueltos del motor y generador.	x					
5	Revise elemento de aire y limpie cuando sea necesario		x				
6	Inspeccione aletas del radiador		x				
7	Revise la calidad del aceite del motor		x				
8	Revise el nivel de electrolito de la batería.		x				
9	Revise la tensión de la correa del ventilador		x				

N°	Procedimiento	50 horas	200 horas	400 horas	600 horas	1000 horas	3000 horas
10	Revise la línea de entrada de aire			X			
11	Remplacé filtro de combustible			X			
12	Remplacé filtro de aceite			X			
13	Drene residuo lodoso			X			
14	Limpie la camisa del radiador			X			
14	Sustituya correa del ventilador				x		
15	Remplacé el filtro de aire				x		
16	Compruebe daño en cableado eléctrico y conexiones sueltas				x		
17	Revise la holgura de las válvulas					x	
18	Revisar la presión de inyección en la boquilla de combustible					x	
19	Revise el turbo						x
20	Verifique la bomba de inyección						x
21	Verifique el temporizador de inyección						x
22	Cambio de refrigerante del radiador						x
23	Sustitución de mangueras y abrazaderas del radiador						x
24	Sustitución de la tubería de combustible y las abrazaderas						x
25	Sustitución de la línea de entrada de aire						x

Fuente: Autor del proyecto

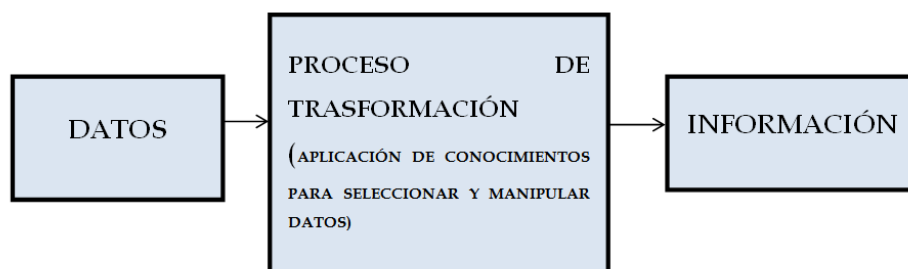
4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Un sistema de información es un conjunto de componentes interrelacionados para recolectar, manipular y diseminar datos e información y para disponer de un mecanismo de retroalimentación útil en el cumplimiento de un objetivo. Conocer el potencial de estos sistemas y poseer la capacidad para aplicarlos puede resultar en una herramienta que permite el éxito de cualquier actividad en una organización.

Existe una diferencia considerable cuando se habla de datos o cuando se refiere a información; los datos son realidades concretas, como el nombre de una maquina, o la cantidad de horas de servicio de aquella, los números de inventario etc. Cuando dichas realidades son organizadas o dispuestas en forma significativa se convierten en información.

La información debe poseer ciertas características, para que resulte valiosa, porque si la información no es exacta ni completa se corre el riesgo de tomar decisiones equivocadas que implicarían un costo adicional. Ver figura 21.

Figura 21. Proceso de conversión de datos a información.



Los sistemas de información pueden ser manuales o computarizados, en los últimos años la tecnología ha avanzado de manera sorprendente llevando al mundo a estar atentos a los cambios computacionales que están surgiendo en todo momento, es por esto que ahora es mucho más común el empleo de una computadora para cualquier labor, ya que se permite. Organizar de una manera más rápida la información.

Unos años atrás los sistemas manuales de información eran frecuentemente usados, pero en la actualidad están siendo remplazados por sistemas computarizados de información.

Uno de los principales problemas de los sistemas de información es que requerían un hardware para funcionar y limitaban al sistema a uno o varios equipos, hoy en día la tendencia es tener la información a la mano en cualquier lugar del mundo, es por esto que aparecen los sistemas de información en red los cuales son montados en un servidor y se puede tener acceso a ellos mediante cualquier computadora con acceso a internet.

4.1 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Para lograr una correcta contextualización sobre los sistemas de información es preciso definir algunos términos básicos, como a qué hace referencia un sistema y cuál es la filosofía de su desarrollo, además de tener presente en un horizonte cercano cuál es el objetivo principal perseguido por la implementación de la herramienta y que ítems son necesarios para su implementación en un sistema de mantenimiento.

4.1.1 Sistema

Podemos definir un sistema como un conjunto de elementos en interacción dinámica en el que cada elemento está interrelacionado con los otros de manera dependiente y directa, cada uno depende del otro; según la interacción de la información con el exterior un sistema se puede clasificar en abierto o cerrado dependiendo si interactúa o no con su entorno.

4.1.2 Enfoque sistémico

Se debe pensar en un sistema holístico, no es posible reducir al sistema como la suma de sus partes, un mismo efecto puede tener causas de índoles diferentes.

4.1.3 Sistema de información

Podemos definir un sistema de información como la unión sistemática de procedimientos sobre un número de datos específicos implementados según las necesidades de la empresa, enfocados a la toma de decisiones en función de la estrategia planteada.

Los objetivos de un sistema de información son principalmente: procesar entradas de datos, mantener archivos, y producir: información, reportes y datos de salida.

4.2 SISTEMAS DE INFORMACIÓN APLICADOS AL MANTENIMIENTO

En la actualidad nuestra sociedad experimenta el periodo de la información y quien tenga la capacidad de mantenerse a la vanguardia de la misma y de la tecnología logrará ser líder en el mercado por conseguir una excelente producción

con estándares de calidad cada vez más altos y competitivos en los mercados, los cuales han sido el producto de un buen manejo y aplicación de la información.

En el área de mantenimiento la organización de la información cobra una importancia vital, por esto se requiere implementar un sistema para el manejo dinámico de los datos que permita implementar un análisis eficiente e inmediato de los mismos para que estos sean finalmente convertidos en información contundente que permita la gestión y la toma de decisiones que contribuyan para alcanzar una mejora en la producción y la seguridad de todos los trabajadores de la empresa.

Además por medio de un sistema de información se puede mantener con mayor facilidad un inventario de todas las maquinas, obteniendo la predicción de las posibles fallas que puedan ser generadas en los equipos, esto puede ser logrado gracias a que se puede acceder con facilidad al historial de mantenimiento de las maquinas, las rutinas, las ficha técnicas, entre otros datos.

Una eficiente gestión de mantenimiento solo puede ser alcanzada con la implementación de un sistema de información, el cual tiene la capacidad de almacenar gran cantidad de documentos de manera secuencial y coherente, permitiendo alcanzar una mejor accesibilidad de la información y una mayor continuidad en los procesos lo que termina propiciando una mayor vida útil de la maquinaria; poseer un sistema de mantenimiento garantiza en cierta medida la posibilidad de tener los datos precisos en el instante oportuno, y da la posibilidad de implementar indicadores de gestión que terminan contribuyendo en el análisis de costos del sistema de mantenimiento, un sistema de información admite una observación estadística.

4.3 OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN APLICADOS AL MANTENIMIENTO

La tarea del departamento de mantenimiento es mantener un control total y estructurado de los equipos, garantizando la continuidad de la producción y enfocándola con aras de una mejora continua buscando una mayor eficiencia del proceso, más vida útil de las maquinas herramientas y menores costos, para lograr estos objetivos necesita especificar los siguientes procesos:

- Desarrollo y ejecución de planes de conservación.
- Disminución de las paradas programadas y eliminación de las inesperadas.
- Implementar métodos más óptimos de reparación.
- Uso eficiente de las maquinas herramientas, el personal y las materias primas.

Los objetivos del sistema de información deben coincidir con los del sistema de mantenimiento, el cual permite llevar ciertos lineamientos que contribuyen a cumplir los objetivos listados con anterioridad, siendo el principal un manejo puntual y en tiempo real de los inventarios, generando datos disponibles para ser analizados y transformados en información que irá directo a la toma de decisiones y al planteamiento de soluciones.

Para la implementación de la herramienta “sistema de información” deben asegurarse algunas estrategias básicas, que tengan en cuenta el volumen de la información referente, por lo cual se ve obvia la necesidad de que dicho sistema sea computacional ya que esta solución nos da la posibilidad requerida de una respuesta rápida y eficiente (debido a que el sistema se encuentra en la red cualquier persona con acceso a ella puede obtener información historial de manera inmediata sin más limitaciones que un computador con acceso a internet).

Un sistema de información aplicado al mantenimiento debe poseer ciertas cualidades para ser aplicable, debe satisfacer los requerimientos del

mantenimiento, debe ser amigable con el usuario y debe ser conocido por los ingenieros encargados de su utilización.

4.4 FUNCIONES QUE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN APLICADO AL MANTENIMIENTO DEBE POSEER.

1. Identificación de equipos y materiales
2. Rutinas de mantenimiento preventivo.
3. Administración de las órdenes de trabajo.
4. Planeación y programación.
5. Manejo de inventarios.
6. Control de la mano de obra
7. Manejo de hojas de vida de las máquinas herramientas.
8. Historial de desempeño
9. Informes de desempeño y calidad.
10. Tablas de fallas.
11. Programación de mantenimientos.
12. Historial de proveedores.
13. Control de los tiempos muertos
14. Reparaciones de emergencia.
15. Seguridad de los trabajadores.
16. Depreciación de los equipos.

4.5 ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

El sistema de información está diseñado con base en un entorno amigable y potente que sirva como herramienta para el manejo de gran cantidad de datos en tiempo real y sin limitaciones de papeleo y burocracia.

La estructura de un sistema de información está concebida para generar un control total de la información de forma: ágil, eficiente y ordenada.

Un sistema de información está diseñado de manera modular, en el que cada modulo almacena información y la relaciona estructuralmente para entregar indicadores de gestión e informes, que permiten y facilitan el análisis del comportamiento de los equipos admitiendo la administración de los recursos.

4.6 SISTEMA DE INFORMACION CONTROL DE MANTENIMIENTO INGESOL

El presente trabajo de grado es desarrollado para la empresa INGESOL con el objetivo de generar una herramienta potente y versátil que permita el manejo de toda la información de inventarios de mantenimiento en tiempo real, mediante la implementación de un software dotado con todos los módulos necesarios para el alcance total de los objetivos (manejo eficiente de un número amplio de datos analizados para ser convertidos en información pertinente para

la solución de conflictos y la toma de decisiones para soluciones preventivas e inesperadas). Ver figura 22

Figura 22. Diagrama de módulos mantenimiento



Fuente: Autor del proyecto

Nota: los módulos de sección y ayudas están inmersos dentro del SIMI, pero no son incluidos en el esquema por considerarse que pertenecen a un nivel interno.

El manejo de la información por parte de la empresa puede ser llevado de forma manual o sistematizada con la implementación de un sistema de información como el mostrado en el presente trabajo; la decisión de escoger un sistema u otro genera repercusiones directas en la logística general de la empresa en todos los niveles, afectando la eficiencia y la vida útil como se ha expuesto anteriormente; por muy pequeña que sea una empresa siempre poseerá máquinas con sus respectivos manuales de usuario, manuales de servicio,... etc., además requerirá de fichas técnicas y de mantenimiento que provendrán de diferentes fuentes como proveedores o vendedores, entre otros factores que genera un inventario amplio que sugiere la implementación de una solución sistematizada.

4.7 ENTORNO DE PROGRAMACIÓN

La interfaz de usuario fue implementada en los lenguajes de programación HTML y JavaScript, permitiendo acceder a todas las funcionalidades del sistema desde un navegador web.

El sistema de información es auto contenido y no se integra con ningún otro paquete de software.

El sistema depende del servidor en un 80%, y se desarrolla utilizando el lenguaje PHP, el cual es adecuado para el diseño de páginas web dinámicas, referidas a bases de datos, además de ser libre y permitir lenguaje de programación orientado a objetos, entre otras ventajas particulares aplicables a nuestro caso, y el motor de base de datos MySQL compatible con PHP, los cuales son ejecutados por parte del servidor. Al ser un sistema basado en la web puede ser accedido por cualquier sistema operativo que pueda ejecutar un navegador de internet.

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos, con una sintaxis muy similar a la de C y C++, pero con un modelo de objetos más simple y con menos herramientas de bajo nivel, que suelen inducir errores.

Las aplicaciones Java están típicamente compiladas en un bytecode (un bytecode es en general menos abstracto, más compacto y más orientado a la máquina que un programa pensado por humanos, su rendimiento suele ser mejor que el de los lenguajes interpretados, es normalmente usado con PHP), aunque la compilación en código máquina nativo también es posible. En el tiempo de ejecución, el bytecode es normalmente interpretado o compilado a código nativo para la ejecución, aunque la ejecución directa por hardware del bytecode por un procesador Java también es posible.

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo (que posee soporte en hardware para ejecutar eficientemente múltiples hilos de ejecución.)y multiusuario, patrocinado por una empresa privada, que posee el copyright de la mayor parte del código.

5. IMPLEMENTACIÓN Y MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN

Este capítulo tiene como objetivo la explicación y la manera de utilizar cada uno de sus seis módulos principales y sus divisiones, los cuales guardan la información, la procesan y arrojan resultados oportunos para la mejora en el área del mantenimiento.

5.1 ENTRADA AL SISTEMA

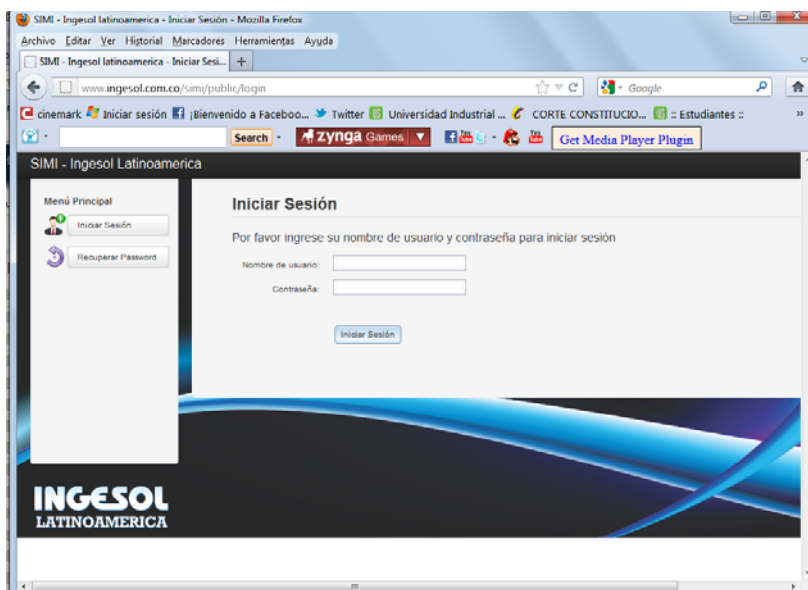
El sistema tiene como objetivo primordial el acceso al sistema desde diferentes lugares del país y del mundo, debido a que los proyectos realizados por la empresa se pueden desarrollar en cualquier lugar, es por esto que la plataforma para el sistema fue creada en red, haciendo de esta manera que el sistema no tenga requerimientos de hardware; solamente es necesario un computador con conexión a internet.

Para ingresar al sistema se debe seguir el siguiente enlace:

www.ingesol.com.co/simi/public

Cuando se digita esta dirección aparece una ventana en la cual aparecen dos iconos al lado izquierdo, el primero permite el ingreso al sistema requiriendo información como nombre de usuario y contraseña; el segundo permite restablecer la contraseña pidiendo el correo electrónico.

Figura 23. Entrada al sistema



Fuente: Autor del proyecto

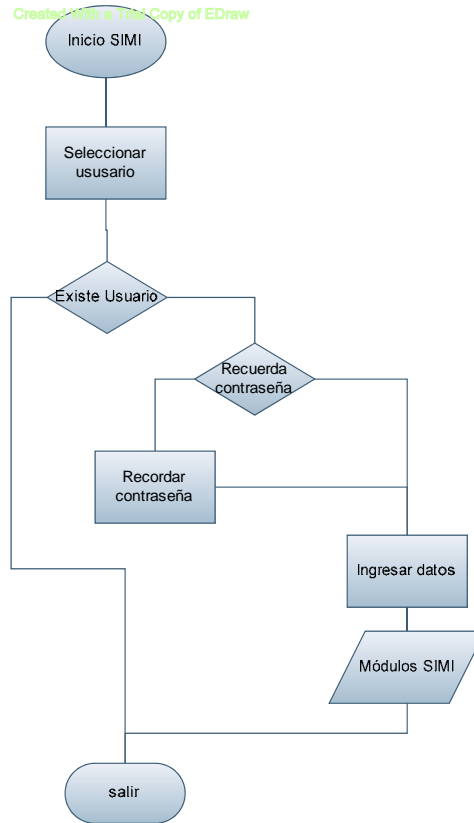
Después de ingresar la contraseña y nombre de usuario se despliega una pantalla la cual permite visualizar los principales módulos del sistema.

Figura 24. Módulos del sistema



Fuente: Autor del proyecto

Figura 25. Diagrama de flujo entrada al sistema

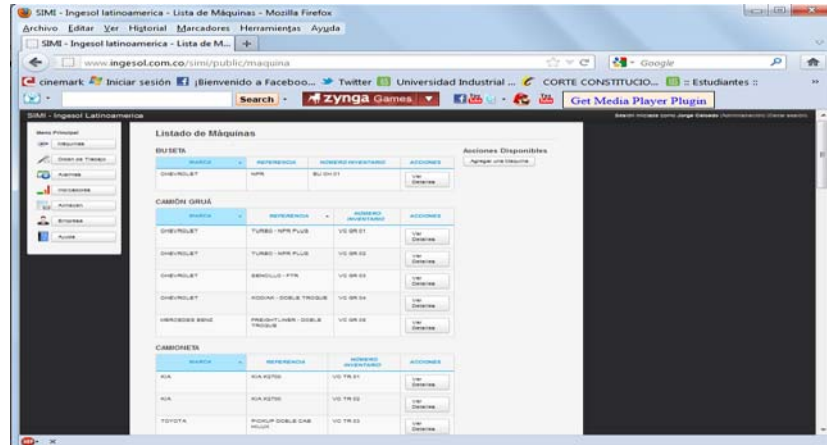


Fuente: Autor del proyecto

5.2 MODULO DE MAQUINAS

Al ingresar al módulo aparece un listado de las maquinas de la empresa, al dar clic en una de ellas se despliega las diferentes secciones del modulo, a continuación se describe cada una de estas.

Figura 26. Listado de maquinas



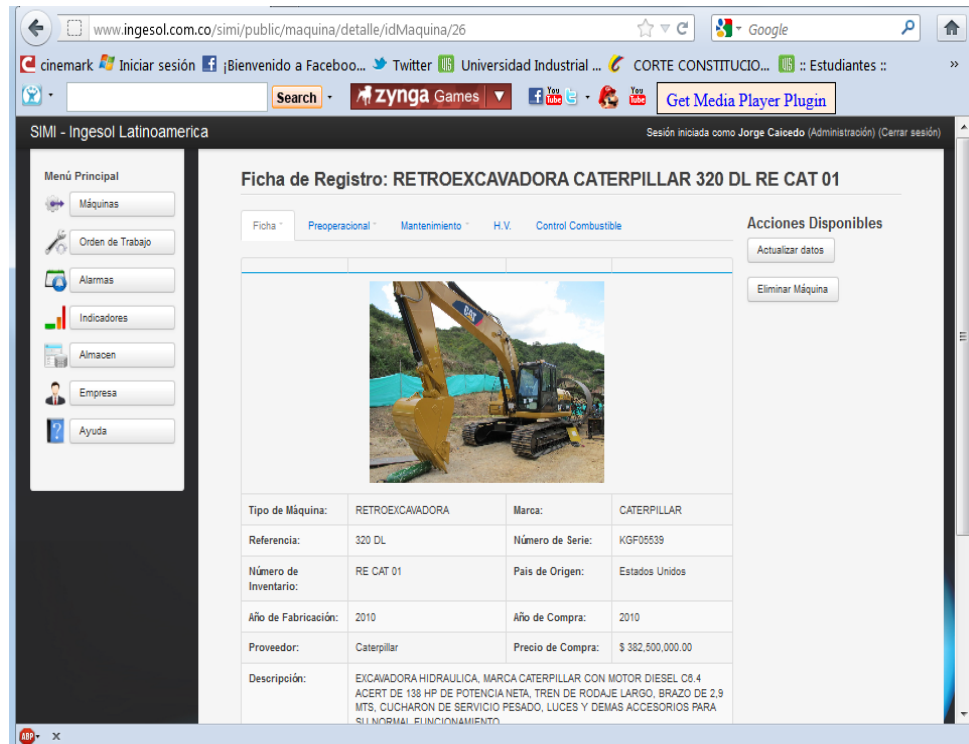
Fuente: Autor del proyecto

5.2.1 Ficha técnica

En esta zona se puede ingresar toda la información correspondiente a la maquina como es: tipo de maquina, marca, proveedor, país de origen, referencia, precio de compra, serie, numero de inventario, año de fabricación, año de compra, peso, dimensiones, capacidad de combustible, potencia, velocidad, foto, descripción entre otros; a parte de estos datos se puede seleccionar algunos de los demás secciones del modulo como es control de combustibles y calibración que solo aplica a unos equipos.

Así como también subir un brochure el cual complementa los datos técnicos.

Figura 27. Ficha técnica



Fuente: Autor del proyecto

5.2.2 Preoperacional

El preoperacional es un formato de inspección que existe en la empresa para evaluar el estado de un equipo y con este evaluar el riesgo que genera al ser utilizado y con esta información poder evaluar daños o fallas del equipo teniendo información base para decidir el momento mas adecuado para el mantenimiento.

El software permite subir el formato de inspección, además de luego subir los registros diligenciados para su posterior estudio. Ver figura 28

5.2.3 Mantenimiento

Esta sección contiene tres partes:

La primera se llama operación la cual permite ingresar al sistema el inicio de actividades, la región y el horometro de algunos equipos, esto es útil ya que la gran mayoría de rutinas están dadas por horas de servicio lo cual impide colocar rutinas de mantenimiento por fechas debido a que en los tiempos muertos o de no utilización del equipo el sistema anunciara alarmas equivocadas, con esta sección se reducirán los errores generados por tiempos muertos.

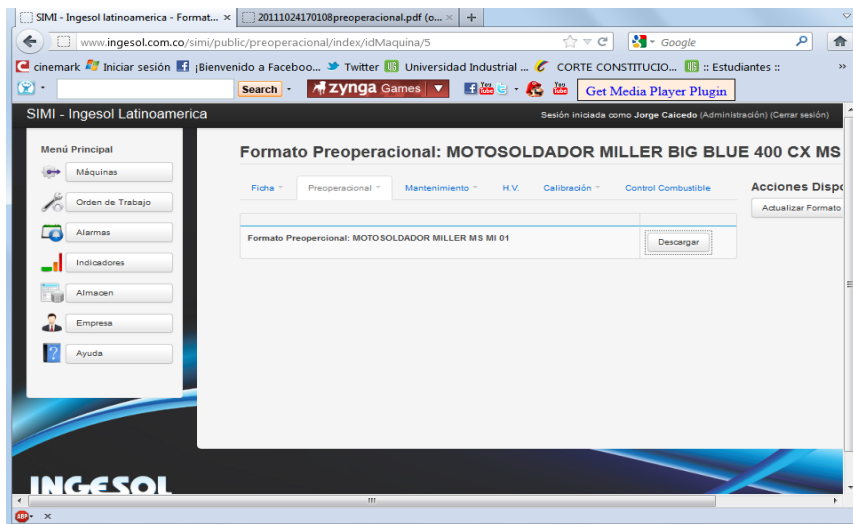
La segunda es la rutina de mantenimiento la cual al ingresarla al sistema, combinada con la parte de operación producirá alarmas recordando el momento de mantenimiento de un equipo facilitando su oportuna programación.

La tercera se llama guía de solución de problemas la cual permite ingresar información de problemas comunes y sus posibles soluciones. Ver figura 29

5.2.4 Hoja de vida

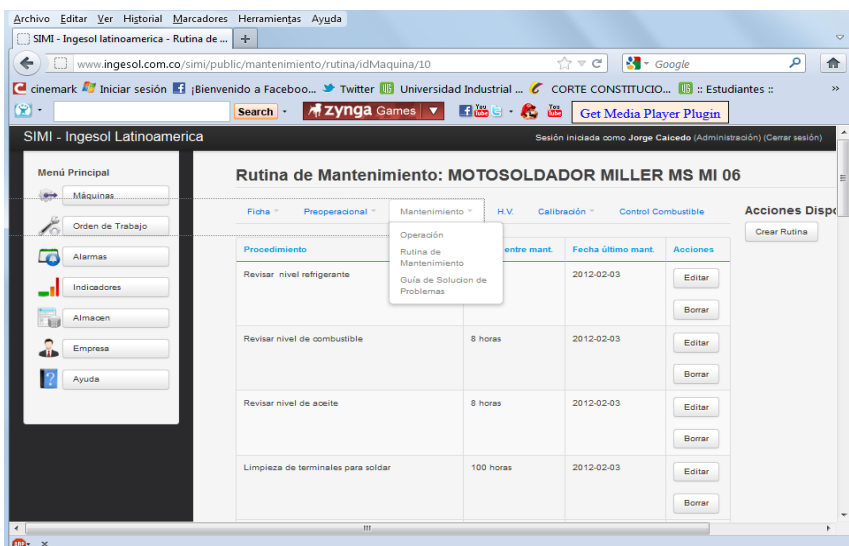
En esta zona se registra todo el mantenimiento relacionado a un equipo, se llena automáticamente cuando se cierra una orden de trabajo y registra información como fecha, responsable, tiempo utilizado y costos. Ver figura 30

Figura 28. Formato preoperacional



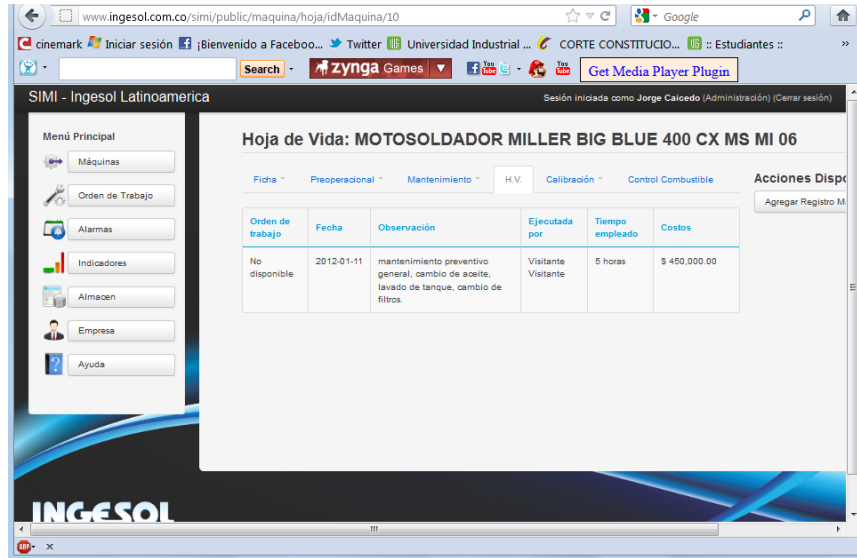
Fuente: Autor del proyecto

Figura 29. Rutina de mantenimiento



Fuente: Autor del proyecto

Figura 30. Hoja de vida

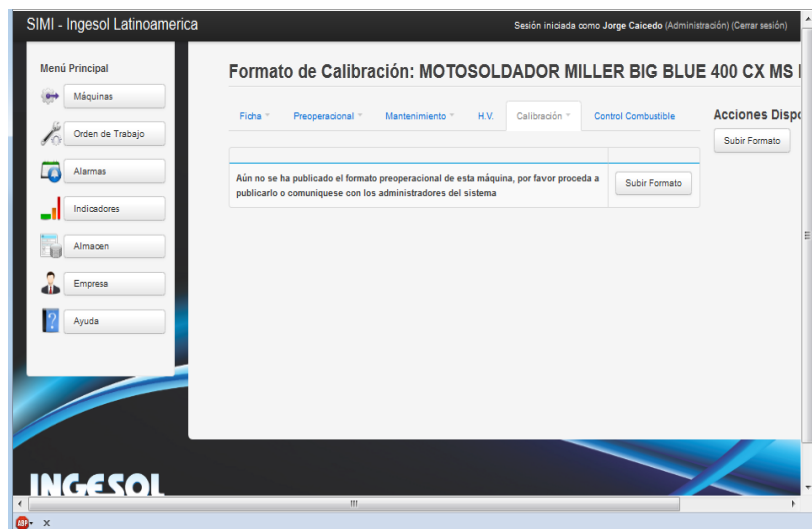


Fuente: Autor del proyecto

5.2.5 Calibración

Zona creada para los equipos de soldadura e inspección los cuales tienen un formato de calibración y sus respectivos registros.

Figura 31. Formato de calibración



Fuente: Autor del proyecto

5.2.6 Control de combustibles

Sección específica de los vehículos, creada con el fin de evaluar el gasto de combustible y con este un posible estado del vehículo. Ver figura 32.

Figura 32. Control de combustibles

The screenshot displays the SIMI - Ingesol Latinoamerica web application interface. The browser address bar shows the URL: www.ingesol.com.co/simi/public/combustible/index/idMaquina/28. The page title is "SIMI - Ingesol Latinoamerica". The user is logged in as "Jorge Caicedo (Administración)".

The main content area features a yellow notification banner: "Se ha agregado el abastecimiento de combustible". Below this, the vehicle information is displayed: "Rutina de Mantenimiento: CAMIÓN GRUÁ MERCEDES BENZ VC GR 05".

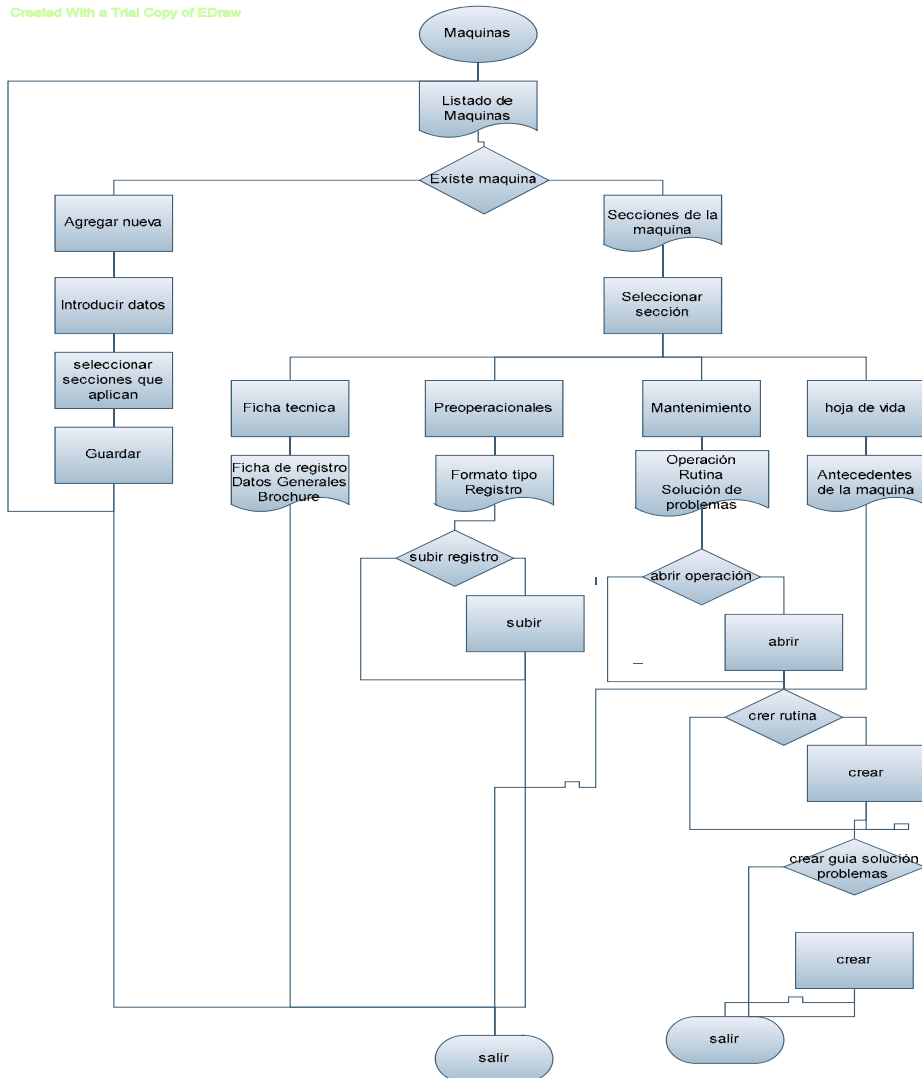
The interface includes a navigation menu on the left with options: Máquinas, Orden de Trabajo, Alarmas, Indicadores, Almacén, Empresa, and Ayuda. The main content area has tabs for: Ficha, Preoperacional, Mantenimiento, H.V., Calibración, and Control Combustible. The "Control Combustible" tab is active, showing a table with the following data:

Fecha	Producto	Kilometraje	KM recorridos	Cant. de galones	Costo/Galón	Costo Total	Acciones
2012-01-20	Diesel	1700	140	39	7800	304200	Borrar
2012-01-07	Diesel	1560	1560	40	7800	312000	Borrar

On the right side, there is an "Acciones Disponib" section with a button labeled "Agregar Abastecimiento".

Fuente: Autor del proyecto.

Figura 33. Diagrama de flujo Maquinas



Fuente: Autor del proyecto

5.3 MODULO ORDEN DE TRABAJO

Este módulo cuenta con dos secciones, solicitudes de servicio y ordenes de trabajo

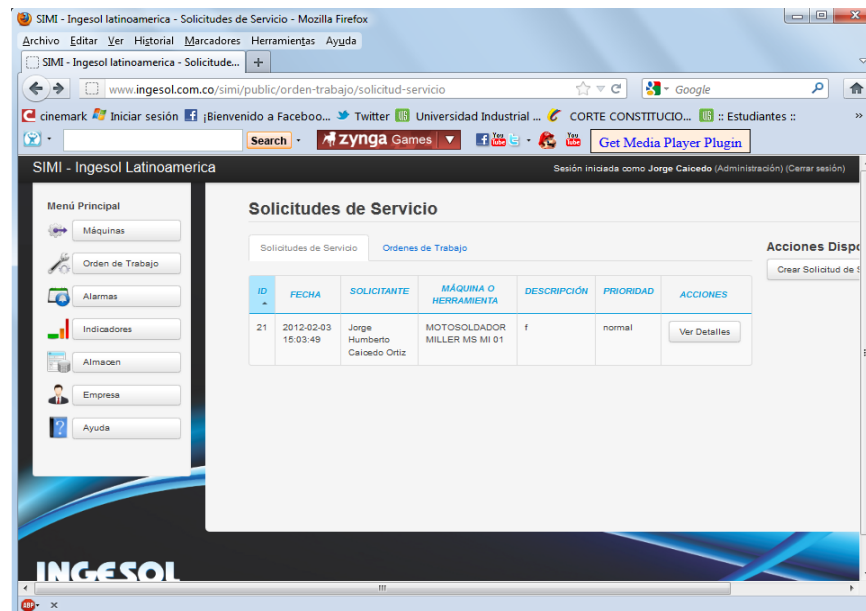
5.3.1 Solicitudes de servicio

En esta sección cualquier miembro de la organización puede generar una solicitud en caso de que un equipo este fallando, para generarla debe ingresar datos como fecha, escoger el equipo al cual pertenece el daño, hacer una descripción y darle prioridad.

5.3.2 Ordenes de trabajo

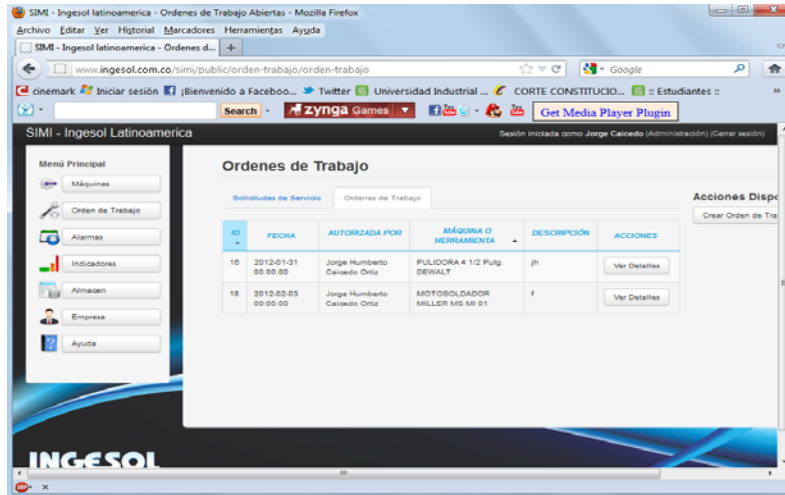
Esta sección permite la creación de una orden ya sea debido a una solicitud de servicio, una alarma de programación de mantenimiento preventivo, o decisión del administrador del área, además permite ingresar información característica de la labor de mantenimiento que después será archivada en la hoja de vida de los equipos.

Figura 34. Solicitud de servicio



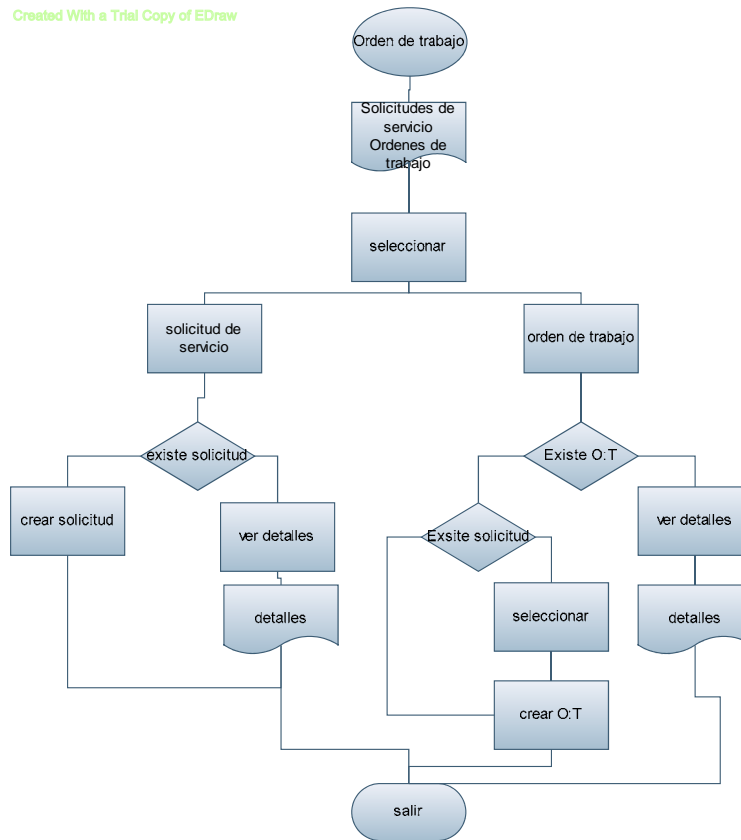
Fuente: Autor del proyecto

Figura 35. Orden de trabajo



Fuente: Autor del proyecto

Figura 36. Diagrama de flujo O.T



Fuente: Autor del proyecto

5.4 MODULO ALARMA

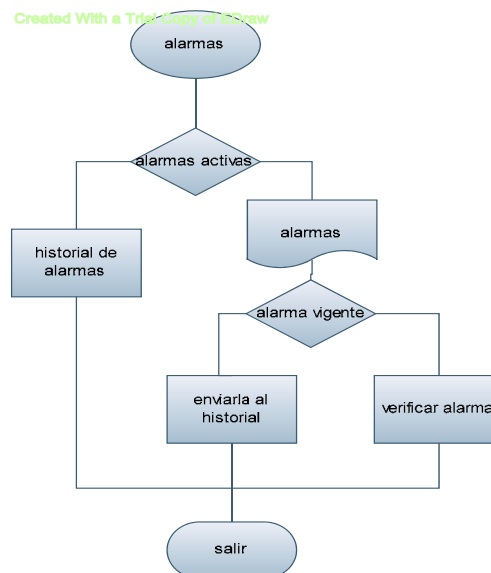
Este modulo es el encargado de recordar al administrador novedades de las maquinas como solicitudes de servicio, ordenes de trabajo abiertas, programación de mantenimiento preventivo, stock bajo de materiales e insumos entre otros.

Figura 37. Alarmas



Fuente: Autor del proyecto

Figura 38. Diagrama de flujo alarmas



Fuente: Autor del proyecto

5.5 MODULO INDICADORES

Este módulo evalúa la gestión del mantenimiento, con factores como mantenibilidad, disponibilidad, confiabilidad y costos. Ver descripción en tabla 17

Tabla 17. Indicadores

INDICADOR	FUNCION
DISPONIBILIDAD	Tiempo total durante el cual el equipo está operando satisfactoriamente, mas el tiempo que está en receso.
MANTENIBILIDAD	Indica el tiempo promedio requerido para reparar un equipo
CONFIABILIDAD	Presenta estadísticamente el tiempo promedio entre fallas de un equipo

De manera matemática los indicadores de gestión se pueden expresar como:

$$\text{Indicador de Disponibilidad} \rightarrow ID = \frac{TPEF}{TPEF + TPPR}$$

$$\text{Indicador de Mantenibilidad} \rightarrow TPPR = \frac{\sum_1^{NO} TFS}{NP}$$

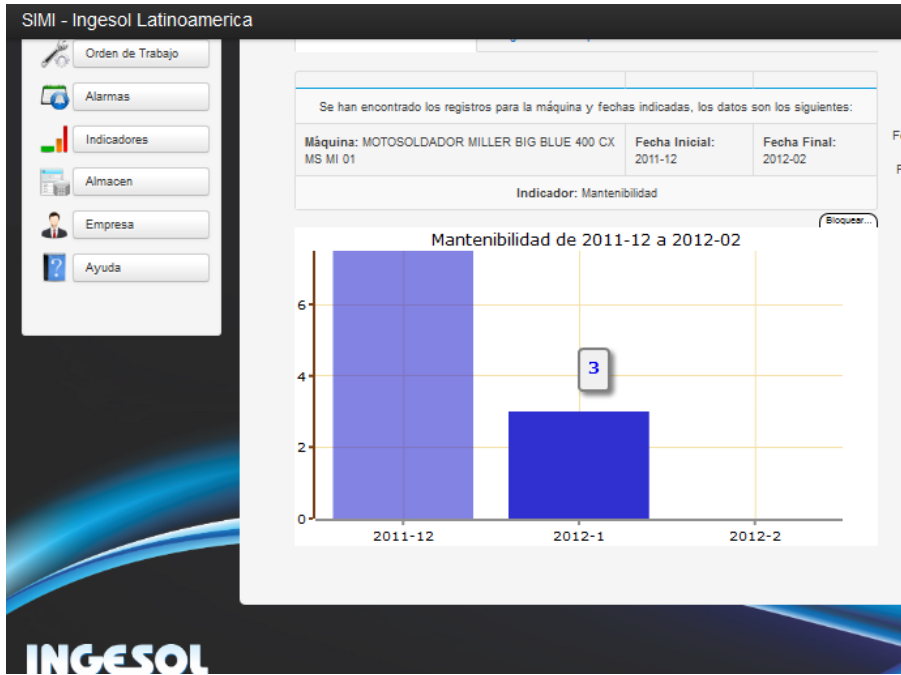
$$\text{Indicador de Confiabilidad} \rightarrow TPEF = \frac{\sum_1^{NO} TEO}{NO}$$

En la tabla 18 se muestran los parámetros usados en el calculo de los indicadores.

Tabla 18. Parámetros indicadores de gestión

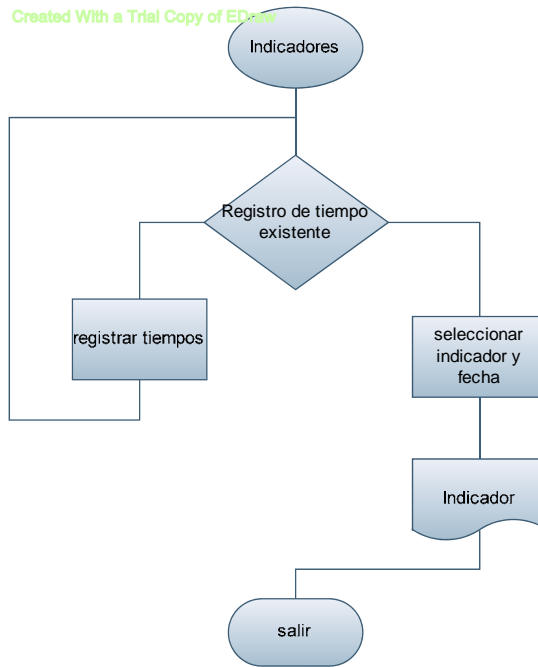
SIGLA	SIGNIFICADO
TFS	Tiempo Fuera de Servicio por paradas no programadas
TEO	Tiempo del Equipo en Operación. Tiempo en funcionamiento. = TOP – TFS
TEA	Tiempo que el Equipo está Apagado pero listo para operar. TEA= TDE – TEO
TDE	Tiempo disponible del equipo. = TBD – TFS
NO	Número de veces que el equipo estuvo operando
NP	Número de veces que el equipo estuvo en paradas no programadas
TPEF	Tiempo promedio entre fallas
TPPR	Tiempo promedio para reparar
ID	Índice de disponibilidad

Figura 39. Indicadores



Fuente: Autor del proyecto

Figura 40. Diagrama de flujo indicadores



Fuente: Autor del proyecto

5.6 MODULO ALMACÉN

Este módulo cuenta con tres secciones, herramientas eléctricas, herramientas, y repuestos e insumos.

En la parte de herramientas eléctricas el sistema permite ingresar una ficha técnica de la herramienta, la cantidad, además de una hoja de vida para esta. Ver figura 41.

La zona de herramientas fue creada con la finalidad de llevar un control de inventario de esta. Ver figura 42.

En la zona de repuestos e insumos esta diseñada para colocar los materiales necesarios para realizar las labores de mantenimiento y crear un stock máximo y mínimo de estos, con el fin de estar preparados en caso de la falla de un equipo, y así impedir que se detenga la producción. Ver figura 43.

Figura 41. Ficha técnica herramientas eléctricas

Detalles Herramienta Eléctrica: PULIDORA 4 1/2 Pulg. METABO

Nombre:	PULIDORA 4 1/2 Pulg. METABO		
Marc:	METABO	Cantidad:	29
Peso:	1.3 kilogramos	Potencia:	900 W
Voltaje:	120 voltios	Corriente:	8 amperios
Descripción:	CARACTERÍSTICA 8 REFERENCIA: W 7 - 116 DIÁMETRO MÁX. DEL CO ABRABIDO: 4 1/2" (116 mm) NÚMERO REVOLUCIONES EN CARGA: 10000 rev/min ROSCA DEL MUELLO: 5/8" - 11 UNC 8H4 POTENCIA NOMINAL ABORRACA: 900 Watts POTENCIA SUMINISTRADA: 480 W NIVEL DE INTENSIDAD ACÚSTICA: 84 dB		

Fuente: Autor del proyecto

Figura 42. Inventario Herramientas

Detalles Herramienta: LLAVE MIXTA METRICA N° 8

Nombre:	LLAVE MIXTA METRICA N° 8	Marc:	STANLEY
Cantidad:	1	Peso:	0
Descripción:	Forjadas en acero cromo vanadio según las normas ISO 3318 y DIN 3113. El recubrimiento de níquel cromo las protege contra la corrosión. Su manubrio abierto Maxi-Drive mantiene la presión con solamente una ligera presión de rotación. El anillo Maxi-Drive bi hex 12 puntos mantiene la presión sobre el material sin deteriorarlo. La cabeza abierta presenta un ángulo de 15° para un óptimo acceso. APERTURA: 8 mm.		

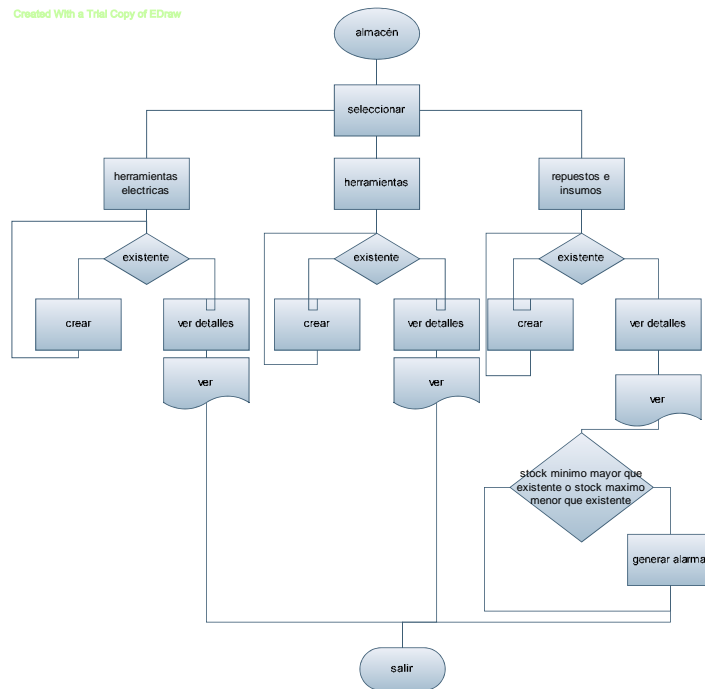
Fuente: Autor del proyecto

Figura 43. Control de inventarios



Fuente: Autor del proyecto

Figura 44. Diagrama de flujo almacén



Fuente: Autor del proyecto

5.7 MODULO EMPRESA

Este módulo cuenta con dos áreas, empleados/usuarios y proveedores. Ver figura 45.

5.7.1 Empleados

En esta sección permite al administrador ingresar los datos de los empleados de mantenimiento, así como crearle cuentas de usuario catalogándolos por niveles los cuales restringe o dan libertades en las diferentes áreas del programa.

Existen tres niveles de usuario:

Administrador; el cual tiene acceso a todas las funciones del software, es el encargado de subir toda la información técnica de las maquinas, crear rutinas de mantenimiento, generar ordenes de trabajo, introducir empleados nuevos, proveedores, herramientas eléctricas, y agregar los tiempos para los indicadores de gestión.

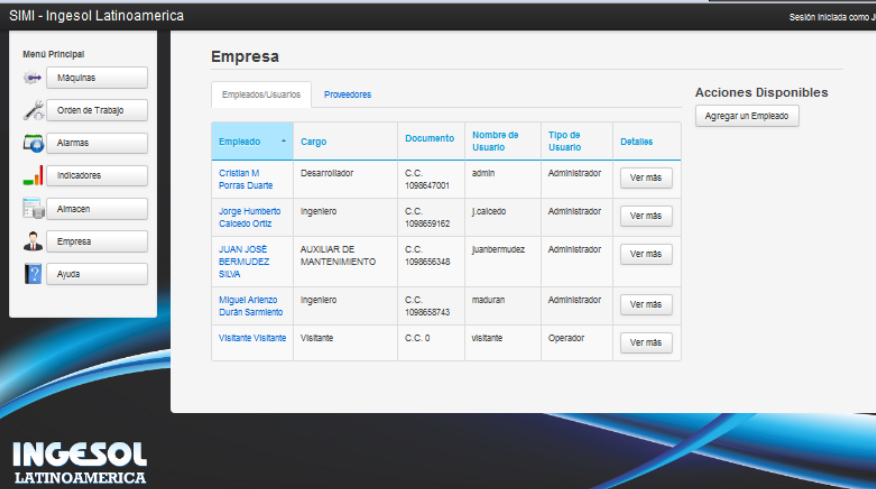
Supervisor; tiene como función principal el manejo y control de inventarios, teniendo acceso a los stock de repuestos, encargado de descargar el material cuando es usado, y comprar los faltantes en caso de que este por debajo del stock mínimo.

Operador; son los usuarios que tienen acceso a una maquina, ya sean los operadores, o los encargados del mantenimiento, solo tienen la libertad para generar una orden de servicio, para posterior aprobación por parte del administrador.

5.7.2 Proveedores

Este espacio esta diseñado para registrar los proveedores de repuestos, materiales e insumos; encontrando su dirección, teléfono, tipo de repuestos que maneja, asesor que atiende a la empresa, esto con el fin de tener a la mano esta información y no tener problemas en el momento de requerir algún insumo.

Figura 45. Módulo empresa



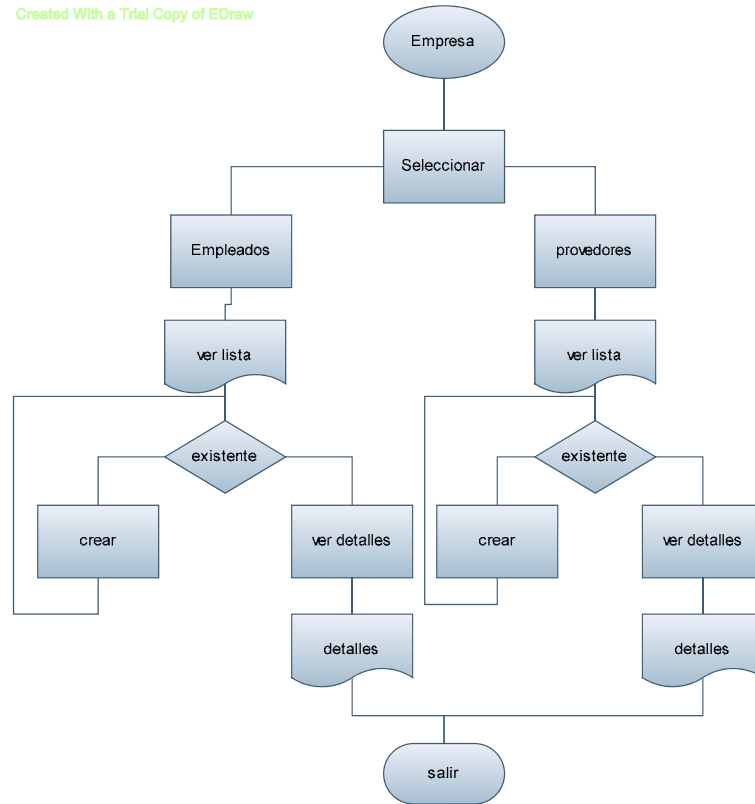
The screenshot displays the 'Empresa' module interface. On the left is a 'Menu Principal' with buttons for 'Máquinas', 'Orden de Trabajo', 'Alarmas', 'Indicadores', 'Almacén', 'Empresa', and 'Ayuda'. The main area is titled 'Empresa' and contains two tabs: 'Empleados/Usuarios' (selected) and 'Proveedores'. Below the tabs is a table with columns: 'Empleado', 'Cargo', 'Documento', 'Nombre de Usuario', 'Tipo de Usuario', and 'Detalles'. The table lists six employees. To the right of the table is a section 'Acciones Disponibles' with a button 'Agregar un Empleado'. The bottom of the screen features the 'INGESOL LATINOAMERICA' logo.

Empleado	Cargo	Documento	Nombre de Usuario	Tipo de Usuario	Detalles
Cristian M Porras Duarte	Desarrollador	C.C. 1098647001	admin	Administrador	Ver más
Jorge Humberto Calcedo Ortiz	Ingeniero	C.C. 1098659162	j.calcedo	Administrador	Ver más
JUAN JOSE BERMUDEZ SILVA	AUXILIAR DE MANTENIMIENTO	C.C. 1098656348	Juanbermudez	Administrador	Ver más
Miguel Arlenzo Durán Sarmiento	Ingeniero	C.C. 1098658743	maduran	Administrador	Ver más
Visitante Visitante	Visitante	C.C. 0	visitante	Operador	Ver más

Fuente: Autor del proyecto

Figura 46. Diagrama de flujo empresa

Created With a Trial Copy of EDraw

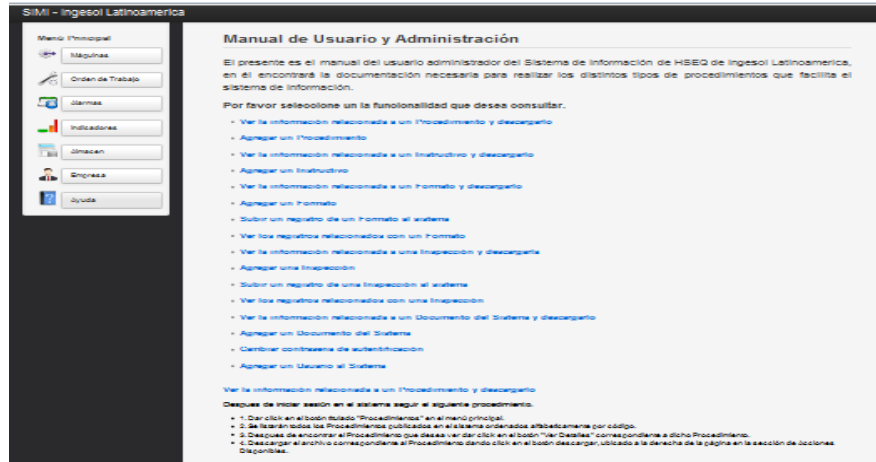


Fuente: Autor del proyecto

5.8 AYUDA

Es una zona del programa creada como manual del usuario, en los cuales se encuentran las diferentes funciones de cada uno de los módulos.

Figura 47. Manual de usuario



Fuente: Autor del Proyecto

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se estudió la actividad económica de la empresa, su área de producción, y sus productos más importantes
- Se realizó un estudio del área de mantenimiento en Ingesol Latinoamérica con la intención de dirigir de una mejor forma la creación del sistema de información adaptándose a las necesidades más significativas de la empresa.
- Se realizó un inventario de los equipos, máquinas y herramientas, con los que cuenta la empresa (INGESOL), además de una codificación que permite la generación de hojas de vida e información general de cada máquina de una manera mas organizada.
- Se hizo un análisis de criticidad con el objetivo de jerarquizar la maquinaria y prestar mayor atención a las más importantes, las cuales son primordiales en el proceso de producción.
- Se diseñaron rutinas de mantenimiento para los equipos con niveles de criticidad más alto.
- Se diseñó un sistema de información utilizando lenguaje de programación JavaScript y HTML montado en un servidor con lenguaje PHP y base de datos en MySQL, para el mantenimiento de la empresa (INGESOL), con los siguientes módulos: Maquinas, Orden de trabajo, Alarmas, Indicadores de Gestión, Almacén, Empresa.

- Se llevaron a cabo las pruebas pertinentes para la validación del SIMI, el cual tenía algunos errores los cuales fueron corregidos.
- Se creó un manual de usuario sencillo y expícito que permita al operario del mismo un conocimiento total sobre todos los módulos del SIMI.
- El SIMI es la evolución de los sistemas de información para el mantenimiento, ya que tiene menores limitaciones por encontrarse en la red, lo que le permite ser accedido desde cualquier parte del mundo sin limitaciones de espacio, además de eliminar las interfaces físicas.

BIBLIOGRAFÍA

BARRIOS GARCIA, Ricardo Andrés; GONZALEZ HUIZA, Javier Mauricio, Sistema de información para la administración del mantenimiento en la empresa INDUSTRIAS TANUZI S.A. Bucaramanga 2010, 198 P. trabajo de grado(Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Físico-Mecánicas.

CONSUEGRA TORRES, Juan Pablo; SANTAMARIA TÉLLES Javier Alexander, diseño de la información para la administración del mantenimiento en la empresa MAQUINADOS Y MONTAJE LTDA. Bucaramanga 2009,185 P. trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Físico-Mecánicas.

FARFAN BAREÑO, Cristian Javier; PARDO TORRES, John Mauri, Implementación de un plan de mantenimiento para los equipos de la empresa PETROCO S.A. Bucaramanga 2011, 239 P. Trabajo de grado(Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Físico-Mecánicas.

GARCIA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A 2003

GONZÁLEZ BOHÓRQUEZ, Carlos Ramón. Mantenimiento y montajes. En: Asignatura de mantenimiento y montajes. (2009: Bucaramanga). Lecturas y diapositivas de la asignatura mantenimiento y montajes. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2009.

LÓPEZ SANTAMARÍA, Vivian Isaura, Sistema de información para el mantenimiento de la empresa CARLIXPLAST LTDA. Bucaramanga 2005,175 P.

Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander.
Facultad de Físico-Mecánicas.

ANEXOS

Anexo A. Certificaciones

BUREAU VERITAS
Certification



Certificación
Otorgada a

PORRAS AREVALO GABRIEL ORLANDO
ESTABLECIMIENTO COMERCIAL
INGESOL LATINOAMERICA
CARRERA 2 No. 1 – 24 PISO 2 ZONA INDUSTRIAL, GIRÓN, BUCARAMANGA
COLOMBIA

BVQI Colombia Ltda. certifica que el Sistema de Gestión de Calidad de la organización mencionado ha sido evaluado y se muestra acorde con los requerimientos de la norma detallada a continuación.

NORMA

ISO 9001:2008

ALCANCE DEL SISTEMA

DESAMANTEAMIENTO, MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUES, TUBERÍAS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS Y EDIFICACIONES EN ESTRUCTURA METÁLICA EN PLANTAS Y CAMPOS DEL SECTOR PETROLERO, QUE INCLUYE: SANDBLASTING, WETBLASTING, APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS Y DE SOLDADURAS, SERVICIOS DE CONTROL DE CORROSIÓN E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CÁTÓDICA.

INSPECCIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD DE TANQUES, TUBERÍAS, VIGAS Y MIEMBROS METÁLICOS CON LAS TÉCNICAS DE INSPECCIÓN DRAUMÉTRICAS, FISICOLÓGICAS, ELECTROLÓGICAS, INSPECCIÓN VISUAL, REBOTA, ULTRASONIDO, RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL, PÉRDIDA DE FLUJO MAGNÉTICO, TINTAS PENETRANTES Y PARTICULAS MAGNÉTICAS.

CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADORAS Y CALIFICACIÓN DE HABILIDAD DE SOLDADORES.

Fecha de aprobación original: **Julio 01, 2011**

Según a una continua y satisfactoria operación del Sistema de Gestión de Calidad de la organización, el certificado es válido hasta: **Marzo 23, 2013**

Para verificar la validez de este certificado, llamar al teléfono (571) 2401339.
Para más aclaraciones en cuanto al alcance de este certificado y la aplicabilidad del Sistema de Gestión de Calidad se pueden obtener consultando a la organización.

Certificado número: **C0231695** Fecha: **Julio 01, 2011**



Mauricio Rincón Restrepo
Gerente de Operaciones



ACREDITADO
ISO/IEC 17021:2008
15-ESG-007



Bureau Veritas - BVQI Colombia Ltda.
Calle 73 No. 140 Pto. 3, Edificio Avenida 8 Valores
Bogotá D.C. Colombia

BUREAU VERITAS
Certification



Certificación

Otorgada a

PORRAS AREVALO GABRIEL ORLANDO
ESTABLECIMIENTO COMERCIAL
INGESOL LATINOAMERICA
CARRERA 2 No. 1 - 24 PISO 2 ZONA INDUSTRIAL, GIRÓN, BUCARAMANGA
COLOMBIA

BFQI Colombia Ltda. Certifica que el Sistema de Gestión Ambiental de la organización mencionada ha sido evaluado y se muestra acorde con los requerimientos de la norma detallada a continuación.

NORMA

ISO 14001:2004

ALCANCE DEL SISTEMA

DESMANTELAMIENTO, MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUES, TUBERÍAS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS Y EDIFICACIONES EN ESTRUCTURA METÁLICA EN PLANTAS Y CAMPOS DEL SECTOR PETROLERO, QUE INCLUYE: SANDBLASTING, WETBLASTING, APLICACIÓN DE RECURRIMIENTOS Y DE SOLDADURAS, SERVICIOS DE CONTROL DE CORROSIÓN E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CATÓDICA.

INSPECCIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD DE TANQUES, TUBERÍAS, VASIJAS Y MATERIALES METÁLICOS CON LAS TÉCNICAS DE INSPECCIÓN GRAVIMÉTRICAS, FISICOLÓGICAS, ELECTROLÓGICAS, INSPECCIÓN VISUAL REMOTA, ULTRASONIDO, RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL, PÉRDIDA DE FLUIDO MAGNÉTICO, TINTAS PENETRANTES Y PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.

CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURAS Y CALIFICACIÓN DE HABILIDAD DE SOLDADORES.

Fecha de aprobación original: **Julio 01, 2011**

Según a una continua y satisfactoria operación del Sistema de Gestión Ambiental de la organización, el certificado es válido hasta: **Marzo 22, 2013**

Para verificar la validez de este certificado - llamar al teléfono (773) - 28912200

Para más aclaraciones en cuanto al alcance de este certificado y la aplicabilidad del Sistema de Gestión Ambiental se pueden obtener consultando a la organización.

Certificado Número: **CO231696** Fecha: **Julio 01, 2011**


Mauricio Rincón Restrepo
Gerente de Operaciones



ACREDITADO
ISO/IEC 17021:2008
SI-C85-007

Oficina General: BFQI Colombia Ltda.
Calle 70 No. 7-80 Ofic. 1, Edificio Arcángel B. Valencia
Bogotá D.C., Colombia



BUREAU VERITAS
Certification



Certificación

Otorgada a

PORRAS AREVALO GABRIEL ORLANDO
ESTABLECIMIENTO COMERCIAL
INGESOL LATINOAMERICA
CARRERA 2 No. 1 – 24 PISO 2 ZONA INDUSTRIAL, GIRÓN, BUCARAMANGA
COLOMBIA

BVQI Colombia Ltda, certifica que el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional de la organización mencionada ha sido evaluado y se muestra acorde con los requerimientos de la norma detallada a continuación.

NORMA

OHSAS 18001:2007

ALCANCE DEL SISTEMA

DESAMATELAMIENTO, MANTENIMIENTO Y CONSTRUCCIÓN DE TANQUES, TUBERÍAS PARA EL TRANSPORTE DE HIDROCARBUROS Y EDIFICACIONES EN ESTRUCTURA METÁLICA EN PLANTAS Y CAMPOS DEL SECTOR PETROLERO, QUE INCLUYE: SANDBLASTING, WETBLASTING, APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS Y DE SOLDADURAS, SERVICIOS DE CONTROL DE CORROSIÓN E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CÁTODICA.

INSPECCIÓN, MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD DE TANQUES, TUBERÍAS, VASOS Y MATERIALES METÁLICOS CON LAS TÉCNICAS DE INSPECCIÓN ORÁMETRICAS, FENÓLOGICAS, ELECTROQUÍMICAS, INSPECCIÓN VISUAL REMOTA, ULTRASONIDO, RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL, PERDIDA DE FLUJO MAGNÉTICO, TINTAS PENETRANTES Y PARTÍCULAS MAGNÉTICAS.

CONTROL DE CALIDAD DE SOLDADURAS Y CALIFICACIÓN DE HABILIDAD DE SOLDADORES.

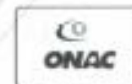
Fecha de aprobación original: **Julio 01, 2011**

Según a una continua y satisfactoria operación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional de la organización, el certificado es válido hasta: **Marzo 22, 2012**

Para verificar la validez de este certificado llamar al teléfono (57) 1-3491330.
Falsas declaraciones en cuanto al alcance de este certificado y la aplicabilidad del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional se pueden obtener consultando a la organización.

Certificado Número: **CO231697** Fecha: **Julio 01, 2011**


Jairo Rincón Restrepo
Gerente de Operaciones



ACREDITADO
ISO/IEC 17021:2008
13-080-001



Oficina General: BVQI Colombia Ltda.
Calle 73 No. 138 Pisos 3, Edificio: Servicios de Valores.
Bogotá D.C., Colombia.

Anexo B. Análisis de criticidad de la maquinaria

- Camión grúa NPR (VC GR 01)

Factores VC GR 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	7

Frecuencia=2

Consecuencia= $[7 \times 2] + 2 + 7 = 23$

Criticidad total= $2 \times 23 = 46$

Matriz VC GR 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	VC GR 01	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = Media criticidad

- **Camión grúa FTR (VC GR 03)**

Factores VC GR 03

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	7

Frecuencia=2

Consecuencia= $[7 \times 2] + 2 + 7 = 23$

Criticidad total= $2 \times 23 = 46$

Matriz VC GR 03

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	VC GR 03	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = Media criticidad

- **Camión grúa KODIAK (VC GR 04)**

Factores VC GR 04

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	4
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	8

Frecuencia=2

Consecuencia= $[7 \times 4] + 2 + 8 = 38$

Criticidad total= $2 \times 38 = 76$

Matriz VC GR 04

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	VC GR 04	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = crítico

- **Camión grúa FREIGHLINER (VC GR 05)**

Factores VC GR 05

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	10
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	4
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	8

Frecuencia=2

Consecuencia= [10x4]+2+8 = 50

Criticidad total=2X50=100

MatrizVC GR 05

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	VC GR 05
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = crítico

- **Camioneta KIA 2700 (VC TR 01)**

Factores VC TR 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	1
IMPACTO OPERACIONAL	4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=1

Consecuencia= $[4 \times 2] + 2 + 3 = 13$

Criticidad total= $1 \times 13 = 13$

Matriz VC TR 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	VC TR 01	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No crítico

- **Camioneta HILUX (VC TR 03)**

Factores VC TR 03

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	1
IMPACTO OPERACIONAL	4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=1

Consecuencia= $[4 \times 2] + 2 + 3 = 13$

Criticidad total= $1 \times 13 = 13$

Matriz VC TR 03

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	VC TR 03	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No crítico

- **Motocicleta SUSUKI GSR 600 (MT SU 01)**

Factores MT SU 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	1
IMPACTO OPERACIONAL	4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	7

Frecuencia=1

Consecuencia= $[4 \times 2] + 2 + 7 = 17$

Criticidad total= $1 \times 17 = 17$

Matriz MT SU 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	MT SU 01	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No crítico

- **Motosoldador LINCONL 305D (MS LI 01)**

Factores MS LI 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	3
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	5

Frecuencia=3

Consecuencia= $[7 \times 2] + 2 + 5 = 21$

Criticidad total= $3 \times 21 = 63$

MatrizMS LI 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MS LI 01	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = Media criticidad

- **Motosoldador MILLER 400 (MS MI 01)**

Factores MS MI 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	3
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	5

Frecuencia=3

Consecuencia= $[7 \times 2] + 2 + 5 = 21$

Criticidad total= $3 \times 21 = 63$

MatrizMS MI 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MS MI 01	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = Media criticidad

- **Planta eléctrica CUMMINS C 100 (PE CU 01)**

Factores PE CU 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	4
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=1

Consecuencia= $[7 \times 4] + 2 + 3 = 33$

Criticidad total= $1 \times 33 = 33$

Matriz PE CU 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	PE CU 01	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = Media criticidad

- **Planta eléctrica FORTE (PE FO 01)**

Factores PE FO 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=2

Consecuencia= $[7 \times 2] + 2 + 3 = 19$

Criticidad total= $2 \times 19 = 38$

Matriz PE FO 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	PE FO 01	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = Media criticidad

- **Planta estadio TEREX RL 4000 (PE TE 01)**

Factores PE TE 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	10
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=2

Consecuencia= $[10 \times 2] + 2 + 3 = 25$

Criticidad total= $2 \times 25 = 50$

Matriz PE TE 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	PE TE 01	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = Media Criticidad

- **Electrosoldador MILLER 150 (ES MI150 01)**

Factores ES MI150 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	1
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=2

Consecuencia= $[4 \times 1] + 2 + 3 = 9$

Criticidad total= $2 \times 9 = 18$

MatrizES MI150 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	ES MI150 01	MC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No Crítico

- **Electrosoldador MILLER 280 (ES MI280 01)**

Factores ES MI280 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=2

Consecuencia= $[4 \times 2] + 2 + 3 = 13$

Criticidad total= $2 \times 13 = 26$

MatrizES MI280 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	ES MI280 01	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No Crítico

- **Electrosoldador LINCONL V275 (ES LI275 01)**

Factores ES LI275 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=2

Consecuencia= $[4 \times 2] + 2 + 3 = 13$

Criticidad total= $2 \times 13 = 26$

Matriz ES LI275 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	ES LI275 01	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No Crítico

- Alimentador LINCONL (AL LI 01)

Factores AL LI 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=2

Consecuencia= $[7 \times 2] + 2 + 3 = 19$

Criticidad total= $2 \times 19 = 38$

Matriz AL LI 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	AL LI 01	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No Crítico

- Torno MASHSTROY (TO MA 01)

Factores TO MA 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	1
IMPACTO OPERACIONAL	4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	4
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=1

Consecuencia= $[4 \times 4] + 2 + 3 = 21$

Criticidad total= $1 \times 21 = 21$

Matriz TO MA 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	TO MA 01	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No Crítico

- Taladro fresador IMODRIL (TF IM 01)

Factores TF IM 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	1
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=1

Consecuencia= $[7 \times 2] + 2 + 3 = 19$

Criticidad total= $1 \times 19 = 19$

MatrizTF IM 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	TF IM 01	MC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No Crítico

- **Compresor industrial S-ENERGY (CO SE 01)**

Factores CO SE 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=2

Consecuencia= $[7 \times 2] + 2 + 3 = 19$

Criticidad total= $2 \times 19 = 38$

Matriz CO SE 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	CO SE 01	MC	C	C
	1	NC	NC	MC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No Crítico

- Prensa hidráulica 40 TON (PE HI 01)

Factores PE HI 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	3

Frecuencia=2

Consecuencia= $[4 \times 2] + 2 + 3 = 13$

Criticidad total= $2 \times 13 = 26$

Matriz PE HI 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	PE HI 01	MC	C	C
	1	NC	NC	MC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No Crítico

- **Puente grúa YALE 2 TON (PG YA 01)**

Factores PG YA 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	1
IMPACTO OPERACIONAL	7
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	4
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	5

Frecuencia=1

Consecuencia= $[7 \times 4] + 2 + 5 = 35$

Criticidad total= $1 \times 35 = 35$

Matriz PG YA 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	MC	PG YA 01	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = Media Criticidad

- **Cortadora eléctrica (CO EL 01)**

Factores CO EL 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	7

Frecuencia=2

Consecuencia= $[4 \times 2] + 2 + 7 = 17$

Criticidad total= $2 \times 17 = 34$

Matriz CO EL 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	CO EL 01	MC	C	C
	1	NC	NC	MC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No crítico

- Aire acondicionado mini Split LG-S362c (AA LG 01)

Factores AA LG 01

FACTORES EVALUADOS	
FRECUENCIA DE FALLAS	2
IMPACTO OPERACIONAL	4
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	2
COSTO MANTENIMIENTO	2
IMPACTO SAH	5

Frecuencia=2

Consecuencia= $[4 \times 2] + 2 + 5 = 15$

Criticidad total= $2 \times 15 = 30$

MatrizAA LG 01

FRECUENCIA	4	MC	MC	C	C	C
	3	MC	MC	MC	C	C
	2	NC	AA LG 01	MC	C	C
	1	NC	NC	MC	MC	C
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Nivel de criticidad = No crítico

Anexo C. Propuesta inicial sistema de información de mantenimiento.



AL DAR CLIC EN SECCIÓN: SE DESPLIEGA LA VENTANA SIGUIENTE

SIMI	
AYUDA	USUARIO <input type="text"/> CONTRASEÑA <input type="text"/> <input type="checkbox"/> CREAR NUEVO USUARIO <input type="checkbox"/> MODIFICAR USUARIO <input type="checkbox"/> ELIMINAR USUARIO Congelados, si inicia el administrador descongelar
EMPRESA	
ALMACEN	
INDICADORES	
ALARMAS	
ORDEN DE TRABAJO	
MAQUINAS	
SECCIÓN	
CONGELADOS	

AL DAR CLIC EN CREAR NUEVO USUARIO SE ABRE LA SIGUIENTE VENTANA

CREAR NUEVO USUARIO		
TIPO DE USUARIO	<input type="text"/>	→ SE DESPLIEGA TRES TIPOS DE USUARIO: ADMINISTRADOR, CONTROLADOR Y OPERARIO
USUARIO	<input type="text"/>	
CONTRASEÑA	<input type="text"/>	
CONFIRMAR CONTRASEÑA	<input type="text"/>	
NOMBRE	<input type="text"/>	
APELLIDO	<input type="text"/>	
CEDULA	<input type="text"/>	
<input type="button" value="CREAR USUARIO"/> <input type="button" value="CANCELAR"/>		

AL DAR CLIC EN MODIFICAR USUARIO SE ABRE UN LISTADO DE TODOS LOS USUARIOS, AL ESCOGER EL USUARIO SE PUEDE MODIFICAR CUALQUIER INFORMACION DEL USUARIO.

MODIFICAR USUARIO	
TIPO DE USUARIO	<input type="text"/>
USUARIO	<input type="text"/>
CONTRASEÑA	<input type="text"/>
CONFIRMAR CONTRASEÑA	<input type="text"/>
NOMBRE	<input type="text"/>
APELLIDO	<input type="text"/>
CEDULA	<input type="text"/>
<input type="button" value="GUARDAR CAMBIOS"/> <input type="button" value="CANCELAR"/>	

AL DAR CLIC EN ELIMINAR USUARIO SE ABRE LA LISTA DE USUARIOS PARA ESCOGER CUAL DESEA ELIMINAR.

ELIMINAR USUARIO	
TIPO DE USUARIO	<input type="text"/>
USUARIO	<input type="text"/>
NOMBRE	<input type="text"/>
<input type="button" value="ELIMINAR"/> <input type="button" value="CANCELAR"/>	

EN LA ZONA DE MAQUINAS: MUESTRA UN LISTADO DE LAS MAQUINAS DE LA EMPRESA: CADA MAQUINA TIENE :

- FICHA TECNICA
- PREOPERACIONAL
- HOJA DE VIDA
- PLAN DE MANTENIMIENTO
- CALIBRACIÓN (SI ES NECESARIO)

MAQUINAS

MAQUINAS	
	AGREGAR NUEVO EDITAR ELIMINAR
CAMIÓN GRUAS	
MOTOSOLDADORES	
LINCONL	
MILLER	QUE SE PUEDA ADMINISTRAR POR CARPETAS
VEHICULOS	
MAQUINAS VARIAS	
Planta estadio	
Compresor	
Planta eléctrica	

AL ENTRAR EN UNA MAQUINA

CAMION GRUA : CG 01

FICHA DE REGISTRO DATOS GENERALES BROCHURE

FOTO

TIPO

MARCA

NUMERO DE SERIE

NUMERO DE INVENTARIO

AÑO DE FABRICACIÓN

AÑO DE COMPRA

PRECIO DE COMPRA

FABRICANTE

DAIS

FICHA TECNICA PREOPERACIONAL PLAN DE MANTENIMIENTO HOJA DE VIDA CALIBRACIÓN

CAMION GRUA : CG 01

FICHA DE REGISTRO DATOS GENERALES BROCHURE

DIMENSIONES

ANCHO METRO ↓

ALTO METRO ↓

LARGO METRO ↓

PESO KILOGRAMOS ↓

MOTOR

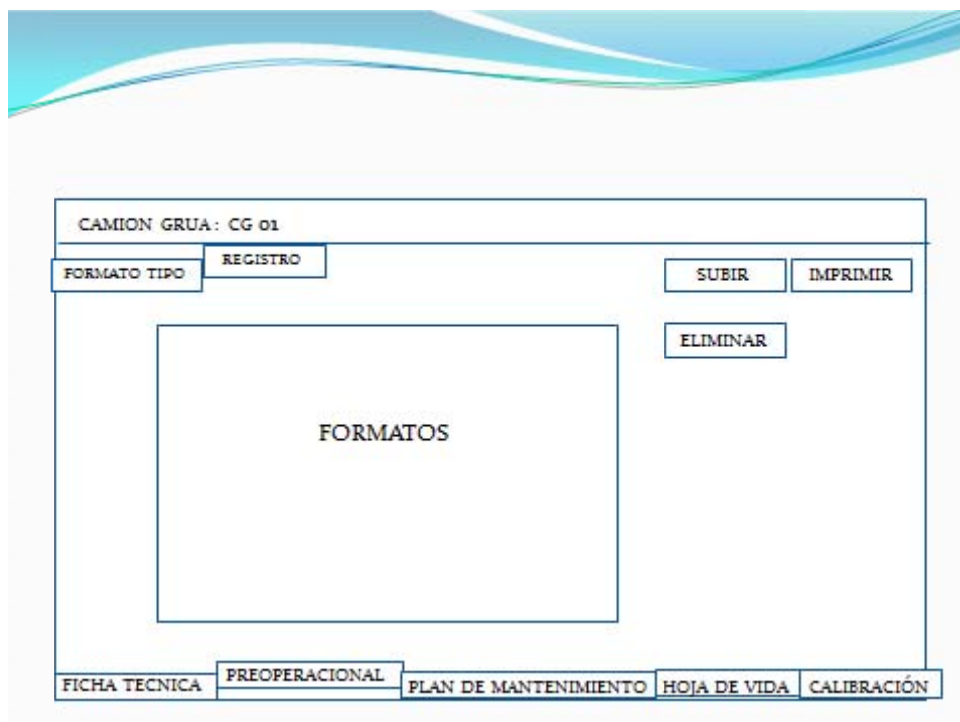
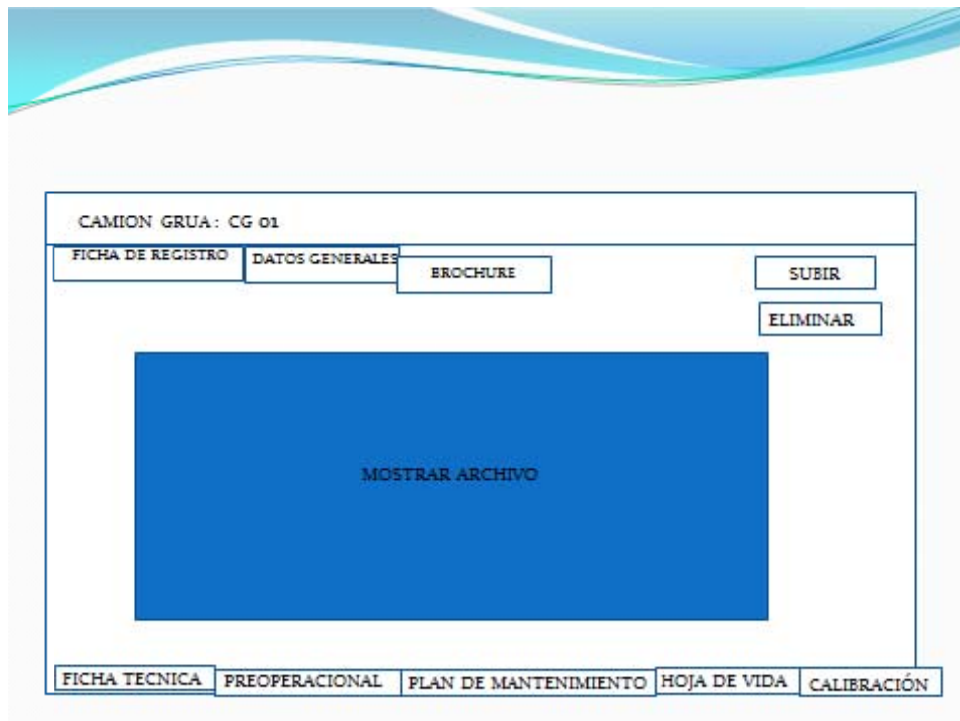
MARCA

POTENCIA HP ↓

VELOCIDAD RPM ↓

COMBUSTIBLE GAL ↓

FICHA TECNICA PREOPERACIONAL PLAN DE MANTENIMIENTO HOJA DE VIDA CALIBRACIÓN



CAMION GRUA : CG 01

FORMATO TIPO **REGISTRO**

TODOS LOS USUARIOS

SUBIR

ELIMINAR

PARA USUARIOS NIVEL 1 Y 2

CONSECUTIVO	FECHA	VER	DESCARGAR

FICHA TECNICA **PREOPERACIONAL** PLAN DE MANTENIMIENTO HOJA DE VIDA CALIBRACIÓN

CAMION GRUA : CG 01

OPERACIÓN **RUTINA** MANTENIMIENTO GUIA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

ABRIR SERVICIO

CERRAR SERVICIO

No	FECHA INICIO	OBSERVACIÓN	FECHA FINAL	HOROMETRO INICIAL	HOROMETRO FINAL
1					

FICHA TECNICA **PREOPERACIONAL** PLAN DE MANTENIMIENTO HOJA DE VIDA CALIBRACIÓN

CAMION GRUA: CG 01

OPERACIÓN RUTINA DE MANTENIMIENTO GUÍA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

No	PROCEDIMIENTO	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL		

FICHA TECNICA PREOPERACIONAL PLAN DE MANTENIMIENTO HOJA DE VIDA CALIBRACIÓN

CAMION GRUA: CG 01

RUTINA MANTENIMIENTO GUÍA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

PROBLEMA	SOLUCIÓN

FICHA TECNICA PREOPERACIONAL PLAN DE MANTENIMIENTO HOJA DE VIDA CALIBRACIÓN

COLUMNA IMPORTANTE PARA INDICADOR COSTOS

CAMION GRUA : CG 01

Orden de trabajo	fecha	descripción	Ejecutado por	Tiempo empleado	costos

FICHA TECNICA
PREOPERACIONAL
PLAN DE MANTENIMIENTO
HOJA DE VIDA
CALIBRACIÓN

CAMION GRUA : CG 01

FORMATO
REGISTRO

SUBIR
IMPRIMIR
ELIMINAR

Mostrar formato

FICHA TECNICA
PREOPERACIONAL
PLAN DE MANTENIMIENTO
HOJA DE VIDA
CALIBRACIÓN

CAMION GRUA : CG 01

FORMATO REGISTRO SUBIR IMPRIMIR

No	FECHA DE CALIBRACIÓN	FECHA PRÓXIMA CALIBRACIÓN	ADJUNTO	ELIMINAR

FICHA TECNICA PREOPERACIONAL PLAN DE MANTENIMIENTO HOJA DE VIDA CALIBRACIÓN

AL DAR CLIC EN EL MODULO DE ORDEN DE TRABAJO

ORDEN DE TRABAJO

SOLICITUD DE SERVICIO ORDEN DE TRABAJO CREAR SOLICITUD

ELIMINAR SOLICITUD

No	FECHA	SOLICITAD POR	MAQUINA O HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN

AUTOMÁTICA

AL DAR CLIC EN CREAR SOLICITUD

SE DESPLIEGA LAS MAQUINAS Y HERRAMIENTAS DE LA EMPRESA

FECHA

MAQUINA O HERRAMIENTA

SOLICITADO POR

PRIORIDAD

DESCRIPCIÓN

ORDEN DE TRABAJO

SOLICITUD DE SERVICIO

O.T No	FECHA	AUTORIZADO POR	MAQUINA O HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN

Alarmas

Muestra un listado de alarmas

- El camión grúa freigliner necesita cambio de aceite. 10 agosto de 2011
- La solicitud de servicio de MT MI 03 no ha sido aprobada. 6 agosto de 2011
- El camión grúa FTR debe comprar soat. 28 julio de 2011

Indicadores

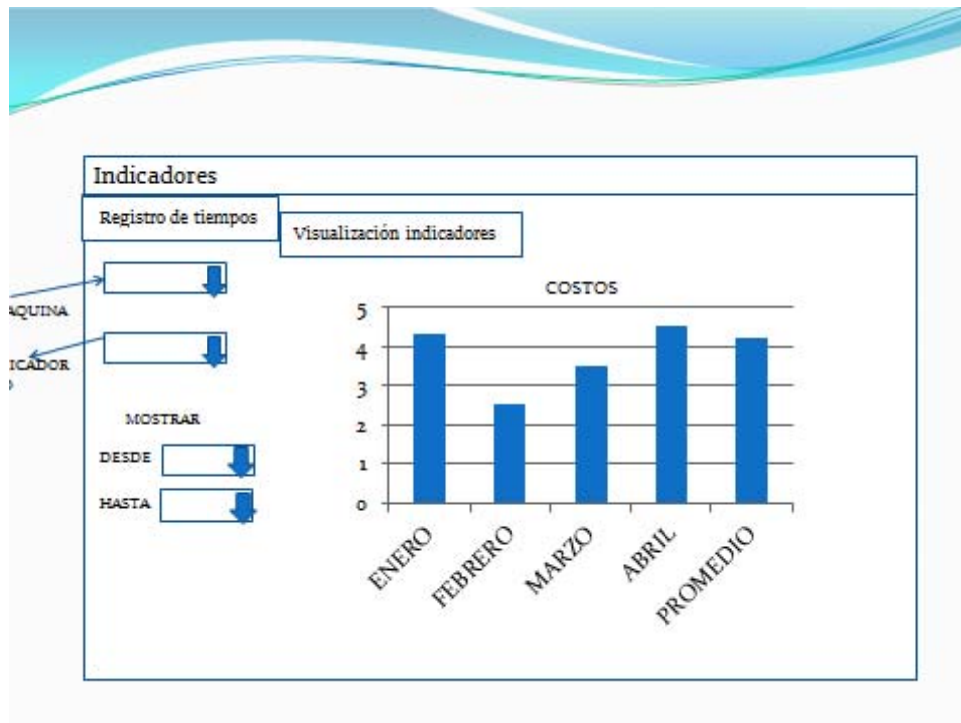
Registro de tiempos Visualización indicadores

SE ESCOGE EL AÑO SE ESCOGE EL MES

MAQUINA NOMENCLATURA SE D

TEB TPP TFS NO NP TOP TEO GUARDAR

	TEB	TPP	TFS	NO	NP	TOP	TEO
SEMANA 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEMANA 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEMANA 3	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
SEMANA 4	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PROM EDIO	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



ALMACEN

HERRAMIENTAS HERRAMIENTAS REPUESTOS E INSUMOS


HERRAMIENTAS ELECTRICAS

NUEVO **EDITAR** **ELIMINAR**

CANTIDAD	NOMBRE	MARCA

AL DAR CLIC EN NUEVO

DATOS GENERALES HOJA DE VIDA



SUBIR
IMAGEN

CANTIDAD

NOMBRE

MARCA

POTENCIA

VOLTAJE

CORRIENTE

PESO

DATOS GENERALES HOJA DE VIDA

ORDEN DE TRABAJO	FECHA	DESCRIPCIÓN	EJECUTADO POR	TIEMPO EMPLEADO	COSTOS

ALMACEN

MAQUINAS ELECTRICAS HERRAMIENTAS REPUESTOS E INSUMOS

NUEVO EDITAR ELIMINAR

No	ARTICULO	CANTIDAD
1	LLAVE FIJA	25

ALMACEN

MAQUINAS ELECTRICAS HERRAMIENTAS REPUESTOS E INSUMOS

NUEVO EDITAR ELIMINAR

No	ARTICULO	CANTIDAD
1	FILTRO DE AIRE	4

EMPRESA

EMPLEADOS PROVEEDORES

NUEVO VER EDITAR

No	CARGO	NOMBRE	ACTIVO	ELIMINAR
1				

Al crear un nuevo empleado se muestra en la tabla

AL DAR CLIC EN NUEVO APARECE ESTA VENTANA

SUBIR FOTO

CARGO

NOMBRES

APELLIDOS

C.C

GENERO

FECHA DE NACIMIENTO

CIUDAD

EDAD

ESTADO CIVIL

DIRECCIÓN

TELEFONO

EMAIL

ARP

TIPO DE SANGRE

ACTIVO SI NO

GUARDAR

EMPRESA

EMPLEADOS PROVEEDORES NUEVO EDITAR

ELIMINAR

No	EMPRESA	DIRECCIÓN	CIUDAD	PAIS	ASESOR	EMAIL	TELEFONO	OBSERVACIÓN
1								

AYUDA

← →

MANUAL